

MINISTRE DE L'EAU ET DE
L'ASSAINISSEMENT

SECRETARIAT GENERAL

DIRECTION GENERALE DES
RESSOURCES EN EAU

DIRECTION DES ETUDES ET DE
L'INFORMATION SUR L'EAU

BURKINA FASO



Unité - Progrès - Justice



Synthèse du suivi des ressources en eau Année 2017



Plateforme de collectes données
hydrométriques SUTRON à
Télétransmission Satellites



Mesure du niveau piézométrique à
l'aide d'une sonde lumineuse sonore



Chaîne de chromatographie ionique

Octobre 2018

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES.....	vi
SIGLES ET ABBREVIATIONS.....	x
AVANT PROPOS	xii
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE 1 : HYDROLOGIE.....	2
I. Présentation des bassins hydrographiques du Burkina Faso.....	2
1.1. Le bassin versant national de la Comoé.....	4
1.2. Le bassin versant national du Mouhoun.....	4
1.3. Le bassin versant national du Nakanbé.....	5
1.4. Le bassin versant national du Niger.....	5
II. Présentation du réseau hydrométrique national.....	7
III. Méthodologie.....	9
3.1. Choix des stations.....	9
3.2. Critique, comblement et correction des données.....	9
3.3. Traitement des données.....	9
IV. Situation hydrologique par bassin.....	11
4.1. Bassin de la Comoé.....	11
4.1.1. Pluviométrie.....	11
4.1.2. Présentation du réseau Hydrométrique.....	11
4.1.3. Situation des écoulements dans le bassin.....	12
4.1.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées.....	18
4.2. Bassin du Mouhoun.....	24
4.2.1. Pluviométrie.....	24
4.2.2. Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin.....	26
4.2.3. Situation des écoulements dans le bassin.....	28
4.2.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées.....	39
4.3. Bassin du Nakanbé.....	43
4.3.1. Pluviométrie.....	43

4.3.2.	Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin	43
4.3.3.	Situation des écoulements dans le bassin	45
4.3.4.	Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées	52
4.4.	Bassin du Niger	65
4.4.1.	Pluviométrie	65
4.4.2.	Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin.....	65
4.4.3.	Situation des écoulements dans le bassin	66
4.4.4.	Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées.....	76
V.	Caractéristiques hydrologiques	81
	Conclusion partielle	83
	PARTIE 2 : HYDROGEOLOGIE	84
	Introduction.....	84
I.	Contexte géologique et hydrogéologique du Burkina	85
II.	Présentation du réseau piézométrique national.....	86
2.1.	Historique	86
2.2.	Situation actuelle du réseau de suivi piézométrique	86
III.	Méthodologie	89
3.1.	Choix des piézomètres	89
3.2.	Traitement des données.....	89
IV.	Situation des nappes en 2017 par rapport aux années précédentes.....	89
4.1.	Domaine de socle	89
4.2.	Domaine du Sédimentaire.....	99
	Conclusion partielle.....	103
	PARTIE : 3 QUALITE DES EAUX	104
	Introduction partielle.....	104
I.	Présentation du réseau de suivi qualité des eaux.....	105
1.	Historique du réseau de suivi de la qualité des eaux	105
2.	Situation actuelle du réseau de suivi de la qualité des eaux.....	105
II.	Modalités de prélèvement et d'analyse des échantillons.....	108
III.	Cadre méthodologique.....	108
1.	Sources des données	108
2.	Paramètres retenus	108
3.	Méthodes d'analyses.....	108
4.	Détermination des faciès chimiques	112

IV.	Situation du suivi de la qualité des eaux	114
1.	Qualité de l'eau	112
V.	Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques	129
1.	Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques des eaux de surface	129
2.	Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques des eaux souterraines.....	129
VI.	Minéralisation	131
1.	Minéralisation des eaux de surface.....	131
2.	Minéralisation des eaux souterraines	131
	Conclusion partielle :	133
	CONCLUSION GENERALE	136
	Référence :	I
	ANNEXES	II
	Annexe 1 : Liste des 94 piézomètres du réseau national	II
	Annexe 2: Variation du niveau piézométrique à Séguénéga de 2009 à 2017	VI
	Annexe 3: Variation du niveau piézométrique à Sebba de 2009 à 2017	VI
	Annexe 4: Variation du niveau piézométrique à Tougou de 1988 - 2017.....	VII
	Annexe 5: Variation du niveau piézométrique à Kondibito de 2007 à 2017	VII
	Annexe 6: tableau d'analyse des éléments physico-chimique	VIII
	GLOSSAIRE	X

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Bassins versants nationaux et sous-bassins du Burkina Faso et leur superficie.....	4
Tableau 1.2: Répartition des stations suivies dans les quatre bassins versants nationaux	8
Tableau 1.3: Répartitions des sites et stations retenues par bassin	9
Tableau 1.4: Comblement et correction des données hydrométriques	9
Tableau 1.5 : Ecoulements de la Léraba à Yendéré.....	14
Tableau 1.6 : Ecoulements de la Comoé à Folonzo.....	17
Tableau 1.7 : Volumes caractéristiques stockés au barrage de Bodiadougou entre 2016 et 2017	19
Tableau 1.8 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Moussodougou entre 2016 et 2017 ..	21
Tableau 1.9 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Toussiana entre 2016 et 2017	22
Tableau 1.10 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Douna entre 2016 et 2017.....	24
Tableau 1.11 : Ecoulements de la Comoé à Folonzo.....	29
Tableau 1.12 : Ecoulements de la Comoé à Folonzo.....	33
Tableau 1.13 : Ecoulements de la Comoé à Folonzo.....	37
Tableau 1.14 : Volumes caractéristiques stockés du barrage du Sourou à Yaran entre 2016 et 2017.	41
Tableau 1.15 : Ecoulements du Nakanbé à Rambo.....	48
Tableau 1.16 : Ecoulements du Nazinon à Ziou	51
Tableau 1.17 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Bagré en 2016 et 2017 (Mm3) .	53
Tableau 1.18 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Kompienga entre 2016 et 2017 (Mm3).....	55
Tableau 1.19 : Volumes caractéristiques stockés dans du Lac Bam entre 2016 et 2017 (Mm3).....	57
Tableau 1.20 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Loumbila entre 2016 et 2017 (Mm3).....	60
Tableau 1.21 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ouaga (2+3) entre 2016 et 2017 (Mm3).....	62
Tableau 1.22 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ziga entre 2016 et 2017 (Mm3)	64
Tableau 1.23 : Ecoulement de la Bonsoaga à Dagou	69
Tableau 1.24 : Ecoulements du Gorouol à Koriziéna 2016 et 2017	72
Tableau 1.25 : Ecoulement du Yali à Sebba.....	76
Tableau 1.26 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Tapoa à Diapaga entre 2016 et 2017 (Mm de m3).....	78
Tableau 1.27 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Seytenga entre 2016 et 2017 (Mm de m3).....	80
Tableau 1.28 : Tableau de synthèse des Caractéristiques hydrologiques.....	82
Tableau 2.1 : Situation du réseau piézométrique par bassin hydrographique national	87
Tableau 3.1: Caractéristiques des sites d'échantillonnage du réseau de suivi de la qualité de l'eau dans les quatre bassins nationaux.	106
Tableau 3.2 : Méthodes et équipements d'analyses	109
Tableau 3.3 : Résultats de la qualité physique des paramètres globaux mesurés "sur le terrain"	111
Tableau 3.4 : Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux de surface du réseau qualité.....	129

Tableau 3.5 : Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux souterraines du réseau qualité.....	130
---	-----

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Carte des bassins internationaux du Burkina Faso.....	2
Figure 1.2: Carte des bassins hydrographiques nationaux du Burkina Faso et leurs sous-bassins.....	3
Figure 1.3 : Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin de la Comoé de 1960 à 2017.....	11
Figure 1.4 : Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin de la Comoé de 1960 à 2017.....	11
Figure 1.5: Carte du réseau hydrographique du bassin de la Comoé	12
Figure 1.6 : Hydrogrammes 2016 et 2017 de la Léraba Occidentale à Yendéré.....	13
Figure 1.7: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Yendéré	14
Figure 1.8 : Evolution des modules de la Léraba à Yendéré du 1960 à 2017.....	14
Figure 1.9 : Indices des modules standardisés de la Comoé à Yendéré de 1960 à 2017	15
Figure 1.10 : Hydrogramme 2016 et 2017 de la Comoé à Folonzo.....	16
Figure 1.11: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Folonzo.....	16
Figure 1.12 : Evolution des modules de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2017	17
Figure 1.13 : Indices des modules standardisés de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2017.....	18
Figure 1.14 : Situation de remplissage du barrage de la Bodiadougou	19
Figure 1.15 : Volumes maximaux stockés au barrage de Bodadiougou de 2008 à 2017.....	20
Figure 1.16 : Volumes minimaux stockés au barrage de Bodadiougou de 2008 à 2017.....	20
Figure 1.17 : Situation de remplissage du barrage de Moussodougou.....	20
Figure 1.18 : Volumes maximaux stockés au barrage de Moussodougou de 2007à à 2016	21
Figure 1.19 : Volumes minimaux stockés au barrage de Moussodougou de 2007à à 2016.....	21
Figure 1.20 : Situation de remplissage du barrage de Toussiana.....	22
Figure 1.21 : Volume maximaux stockés au barrage de Toussiana sur les 10 dernières années.....	23
Figure 1.22 : Situation de remplissage du barrage de Douna	24
Figure 1.23 : Evolution des cumuls pluviométriques annuels du bassin du Mouhoun.....	25
Figure 1.24 : Indices des pluies annuelles standardisées sur le bassin du Mouhoun	26
Figure 1.25 : Carte du réseau hydrométrique du bassin versant du Mouhoun.....	27
Figure 1.26 : Hydrogrammes 2016 et 2017 du Mouhoun à Samendeni	29
Figure 1.27 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017	30
Figure 1.28 : Evolution des modules du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017.....	30
Figure 1.29 : Indice des modules standardisés du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017	31
Figure 1.30 : Hydrogrammes du Mouhoun à Boromo 2016 et 2017.....	33
Figure 1.31 : Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017	33
Figure 1.32 : Evolution des modules du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017.....	34
Figure 1.33 : Indices des modules standardisés du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017	35
Figure 1.34 : Hydrogrammes du Mouhoun à Dapola 2016 et 2017.....	36
Figure 1.35 : Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2017	37
Figure 1.36 : Evolution des modules du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2017	38
Figure 1.37 : Indices des modules standardisés du Mouhoun à Dapola.....	38
Figure 1.38 : Evolution des volumes d'eau stockés au barrage du Sourou à Yaran.....	40
Figure 1.39 : Volumes maximaux stockés au barrage du Sourou à Yaran de 2008 à 2017.....	41
Figure 1.40 : Volumes minimaux stockés au barrage du Sourou à Yaran	42
Figure 1.41 : Evolution des pluies annuelles du bassin du Nakanbé de 1950 à 2017	43

Figure 1.42 : Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin du Nakanbé de 1950 à 2017	43
Figure 1.43 : Carte du réseau de suivi hydrométrique du bassin du Nakanbé	44
Figure 1.44 : Hydrogrammes du Nakanbé à Rambo 2016 et 2017	46
Figure 1.45 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017	47
Figure 1.46 : Evolution des modules du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017	47
Figure 1.47 : Indice des modules standardisés du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017	48
Figure 1.48: Hydrogramme du Nazinon à Ziou 2016-2017	49
Figure 1.49 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nazinon à Ziou de 1963 à 2017.....	50
Figure 1.50 : Evolution des modules du Nazinon à Ziou de 1963 à 2017.....	50
Figure 1.51 : Indices des modules standardisés du Nazinon à Ziou	51
Figure 1.52 : Situation de remplissage du barrage de Bagré en 2016 et 2017	52
Figure 1.53 : Volumes minimaux stockés du barrage de Bagré de 2008 à 2017	53
Figure 1.54: Volumes maximaux stockés du barrage de Bagré de 2008 à 2017.....	53
Figure 1.55 : Situation de remplissage du barrage de la Kompienga entre 2016 et 2017	54
Figure 1.56 : Volumes minimaux stockés du barrage de Kompienga de 2008 à 2017.....	55
Figure 1.57 : Volumes maximaux stockés du barrage de Kompienga de 2008 à 2017	55
Figure 1.58 : Volumes minimaux stockés du lac Bam de 2008 à 2017.....	58
Figure 1.59: Volumes maximaux stockés du lac Bam 2008 à 2017	58
Figure 1.60 : Situation de remplissage du barrage de Loumbila 2016 et 2017	59
Figure 1.61 : Volumes minimaux stockés du Barrage de Loumbila de 2008 à 2017	60
Figure 1.62 : Volumes maximaux stockés du barrage de Loumbila de 2008 à 2017	60
Figure 1.63 : Situation de remplissage du barrage de Ouaga (2+3) entre 2016 et 2017	61
Figure 1.64 : Volumes minimaux stockés au barrage d'Ouaga (2+3) de 2008 et 2017.....	62
Figure 1.65 : Volumes maximaux stockés au barrage de Ouaga (2+3) de 2008 et 2017	62
Figure 1.66 : Situation de remplissage du barrage de Ziga entre 2016 et 2017.....	63
Figure 1.67: Volumes minimaux stockés au barrage de Ziga de 2008 et 2017	64
Figure 1.68: Volumes maximaux stockés au barrage de Ziga de 2008 et 2017	64
Figure 1.69 : Evolution des pluies annuelles du bassin du Niger de 1987 à 2017	65
Figure 1.70: Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin du Niger de 1950 à 2017.....	65
Figure 1.71 : Carte du réseau de suivi hydrométrique du Bassin du Niger	66
Figure 1.72 : Hydrogrammes de la Bonsoaga à Dagou 2016 et 2017.....	68
Figure 1.73: Evolution des pluies annuelles sur le bassin de la Bonsoaga à Dagou (1986 à 2017).....	68
Figure 1.74 : Evolution des modules de la Bonsoaga à Dagou (1986 à 2017).....	69
Figure 1.75 : Indice des modules standardisés de la Bonsoaga à Dagou de 1986 à 2017	70
Figure 1.76: Hydrogramme du Gorouol à Koriziéna 2016 et 2017	71
Figure 1.77 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Niger à Koriziéna	72
Figure 1.78 : Evolution des modules du Gorouol à Koriziéna de 1970 à 2017.....	72
Figure 1.79 : Indice des modules standardisés du Gorouol à Koriziéna.....	73
Figure 1.80: Hydrogrammes du Yali à Sebba 2016 et 2017	74
Figure 1.81 : Pluies moyennes annuelles du bassin du Yali à Sebba de 1960 à 2017	75
Figure 1.82 : Evolution des modules (1982 à 2017) du Yali à Sebba.....	75
Figure 1.83: Evolution des indices des modules standardisés du Yali à Sebba	76
Figure 1.84: Situation de remplissage du barrage de la Tapoa à Diapaga	77

Figure 1.85: Volumes maximaux stockés au barrage de la Tapoa à Diapaga de 2008 à 2017	78
Figure 1.86: Volumes minimaux stockés au barrage de la Tapoa à Diapaga de 2008 à 2017	78
Figure 1.87: Situation de remplissage du barrage de Seytenga 2016 et 2017.....	79
Figure 1.88: Volumes maximaux du barrage de Seytenga de 2008 à 2017	80
Figure 1.89: Volumes minimaux du barrage de Seytenga de.....	80
Figure 2.1 : Représentation du réseau piézométrique national	88
Figure 2.2 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel à Séguénéga en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années	90
Figure 2.3 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Sebba SE6	91
Figure 2.4 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Boromo	92
Figure 2.5 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kantchari.....	93
Figure 2.6 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Tougou F4-12.....	94
Figure 2.7 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Tibou	95
Figure 2.8 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à celle des cinq dernières années à Bindé	96
Figure 2.9 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Arbinda	97
Figure 2.10 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Bassinko	98
Figure 2.11 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kondibito	99
Figure 2.12 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Koalou.....	100
Figure 2.13: Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Nouna	101
Figure 2.14 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kouka	102
Figure 3.1: Carte de localisation des sites de suivi de la qualité de l'eau	107
Figure 3.2 : diagramme de piper	113
Figure 3.3: histogramme des températures des sites d'eaux de surface mesurées en période hautes eaux.....	112
Figure 3.4: histogramme des températures des sites d'eaux souterraines mesurées en période hautes eaux.....	113
Figure 3.5: histogramme des pH des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux.....	114
Figure 3.6: histogramme des pH des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux....	114
Figure 3.7: histogramme des conductivités électriques des sites d'eaux de surface mesurées en période hautes eaux.....	115
Figure 3.8: histogramme des conductivités électriques des sites d'eaux souterraines mesurées en période hautes eaux.....	116

Figure 3.9 : histogramme des turbidités des sites d'eaux de surface mesurées en période hautes eaux	117
Figure 3.10 : histogramme des turbidités des sites d'eaux souterraines mesurées en période hautes eaux	117
Figure 3.11 : histogramme des TAC des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux...	118
Figure 3.12 : histogramme des bicarbonates des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	119
Figure 3.13 : histogramme des TAC des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	119
Figure 3.14 : histogramme des bicarbonates des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	120
Figure 3.15 : histogramme des TH des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux.....	121
Figure 3.16 : histogramme des TH des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux .	121
Figure 3.17: histogramme des ions magnésium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	122
Figure 3.18 : histogramme des ions magnésium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	123
Figure 3.19 : histogramme des ions calcium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	123
Figure 3.20 : histogramme des ions calcium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	124
Figure 3.21 : histogramme des ions sodium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	125
Figure 3.22 : histogramme des ions sodium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	125
Figure 3.23: histogramme des ions potassium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	126
Figure 3.24 : histogramme des ions potassium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	126
Figure 3.25 : histogramme des métaux lourds des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux	127
Figure 3.26 : histogramme des métaux lourds des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux	128
Figure 3.27 : Projection sur le diagramme de Piper des analyses des eaux de surface	131
Figure 3.28 : Projection sur le diagramme de Piper des analyses des eaux souterraines	132

SIGLES ET ABBREVIATIONS

ABV	Autorité du Bassin de la Volta
AOF	Afrique Occidentale Française
CILSS	Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DEIE	Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau
DGIRH	Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques
DGRE	Direction Générale des Ressources en Eau
DMER	Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural
DIRH	Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques
DREA	Directions Régionales de l'Eau et de l'Assainissement
FIT	Front Intertropical
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
Ke	Coefficient d'écoulement
MCA-BF	Millenium Challenge Account Burkina Faso
NTU	Unité Néphélobimétrique de Turbidité
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer
CBS	Compact Bubble Sensor
PEN	Plan d'eau normal
PAGIRE	Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PCD	Plateforme de Collecte de Données
PFC	Protocole de Financement Commun
pH	Potentiel Hydrogène
PN-GIRE	Programme National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
RPN	Réseau Piézométrique National
SSEREU	Service du Suivi et Evaluation des Ressources en Eau et des Usages
SNIEau	Système National d'Information sur l'Eau
SONABEL	Société Nationale d'Electricité du Burkina Faso
SOSUCO	Société Sucrière de la Comoe
TA	Titre Alcalimétrique

TAC

Titre Alcalimétrique Complet

UCDIEau

Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau

AVANT PROPOS

Les ressources en eau constituent un levier indispensable du développement socio-économique de notre pays. En sus des besoins domestiques et écologiques, les principaux secteurs de notre économie tels que l'agriculture, l'élevage et l'industrie reposent avant tout sur la disponibilité de cette ressource. Cependant, le contexte hydro climatique caractérisé par un régime tropical sec et des bassins hydrographiques exoréiques fait que cette ressource est rare et très limitée. L'observation du régime hydrique dans les quatre bassins hydrologiques que sont la Comoé, le Mouhoun, le Nakanbé et le Niger indique une tendance à la baisse drastique des volumes d'eau

De plus, la géologie constituée de socle sur plus de 80 % du territoire, confère une faible capacité de stockage en eau souterraine sur une bonne partie du pays. Au niveau des aquifères, on observe une baisse tendancielle des niveaux piézométriques

Ce contexte, exacerbé par les effets néfastes des changements climatiques et des besoins en perpétuelle croissance consécutive à la forte pression démographique, place les ressources en eau du Burkina dans une situation de vulnérabilité assez préoccupante.

C'est fort conscient de cette situation que le Burkina Faso s'est résolument engagé depuis 2003 dans l'approche « GIRE » (Gestion Intégrée des Ressources en Eau) consacrée par la Conférence de Dublin sur l'environnement et l'eau en janvier 1992. La GIRE repose avant tout sur une bonne connaissance de la ressource et cette vision occupe une bonne place dans le document de Stratégie Nationale en matière d'Eau élaborée et adoptée en 2018, où la question de l'amélioration des connaissances en matière de ressources en eau est un objectif prioritaire. Ce document de stratégie stipule clairement que *« la clé d'une bonne gestion des ressources en eau passe d'abord par l'amélioration de leur connaissance à travers la mise en place de dispositif optimal de suivi de la quantité et de la qualité de l'eau »*.

Le Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau) conçu depuis 2004, et dont la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) est en charge de son opérationnalisation, répond à cette nécessité. Le SNIEau a pour but de rendre disponible l'information sur l'eau et de produire des outils d'aide à la décision.

Le document « synthèse du suivi des ressources en eau » ainsi élaboré, est l'un des outils prévus dans le cadre du SNIEau pour la diffusion des informations relatives au suivi des ressources en eau dans toutes leurs dimensions. Il est réalisé annuellement par la Direction Générale des Ressources en Eau avec le concours des organismes fournisseurs de données (DREA, ANAM, ONEA, SONABEL, SN-SOSUCO etc.)

La DGRE, à travers ce document, met à la disposition des utilisateurs, des informations sur (i) les cours d'eau et barrages représentatifs sur la période 1955 à 2017, (ii) l'évolution du niveau des nappes depuis les années 1987 jusqu'à 2017 en des points représentatifs et (iii) sur la qualité des eaux brutes en 2017 en des points de prélèvement sur les eaux de surface et sur les nappes d'eau souterraine.

J'invite les acteurs de l'administration publique et du privé, les collectivités territoriales, les ONG et associations, les partenaires techniques et financiers, les chercheurs, les étudiants et tous les usagers de l'eau, à s'approprier ce document et à en faire bon usage.

J'exprime enfin mes remerciements et encouragements aux services techniques, qui, par leur compétence et leur engagement sur le terrain ou au bureau ont permis l'élaboration de ce document et ma reconnaissance aux partenaires techniques et financiers pour leur accompagnement.

.

Le Directeur Général des Ressources en Eau

Serge Modeste D. TRAORE
Ingénieur du génie civil

INTRODUCTION GENERALE

La connaissance et le suivi des ressources en eau et leurs usages sont les éléments de base indispensables pour assurer une bonne gestion de l'eau. Cette fonction de connaissance et de suivi se développe en plusieurs étapes qui sont la collecte des données de base, leur validation et leur stockage, leur traitement et la diffusion des informations obtenues sur la situation de l'eau. L'exécution efficace et régulière de ces diverses étapes permet de disposer d'un véritable Système national d'information sur l'eau (SNI Eau).

Le SNI Eau conçu depuis 2004 et en cours d'opérationnalisation comporte à ce jour trois (03) réseaux primaires de suivi des ressources en eau à savoir : le réseau hydrométrique, le réseau piézométrique et celui de la qualité des eaux. Ces réseaux sont pilotés par la DGRE avec l'appui des Directions régionales de l'eau et de l'assainissement (DREA) abritant les Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau (UCDIEau). A la différence du réseau de suivi de la qualité des eaux où les échantillons sont prélevés sur le terrain par des équipes du niveau central et analysés par la suite au laboratoire d'analyse des eaux de la DGRE, les données hydrométriques et piézométriques sont collectées par les UCDIEau et transmises à la DGRE pour contrôle, validation, stockage dans des bases des données dédiées et valorisation.

Pour assurer la diffusion des données collectées et contribuer à leur valorisation, la DGRE produit annuellement un document qui synthétise les résultats de suivi des ressources en eau. Le présent document est le fruit de l'engagement du Ministère de l'eau et de l'assainissement et ses partenaires, en l'occurrence, l'Ambassade Royale du Danemark, pour l'amélioration de la connaissance des ressources en eau dans le cadre du Programme national pour la Gestion intégrée des ressources en eau (PN-GIRE) 2016-2030.

Il est élaboré par la DGRE avec l'appui financier du Protocole de Financement Commun (PFC) du PN-GIRE et est articulé autour de trois (03) thématiques à savoir : hydrologie, hydrogéologie et qualité des eaux.

Pour l'hydrologie, il analyse l'écoulement des principaux cours d'eau au niveau de quelques stations témoins suffisamment représentatives et l'état de remplissage d'un certain nombre de plans d'eau du pays. Il donne les caractéristiques de l'écoulement et les remplissages des retenues, permettant d'apprécier l'évolution du régime hydrologique.

Pour l'hydrogéologie, il analyse la fluctuation des nappes en des points d'observation. Un rapprochement avec les précipitations annuelles permet d'apprécier les liens spécifiques entre variations piézométriques et précipitations.

Pour la chimie des eaux, il présente les résultats d'analyse de laboratoire des échantillons d'eau prélevés sur le réseau de suivi de la qualité des eaux. Ces résultats bien qu'incomplets pour certains échantillons (pour des raisons techniques et organisationnelles) donnent néanmoins des grandeurs fiables pour les paramètres analysés, permettant une meilleure appréciation de la qualité physico-chimique et chimique des eaux.

Cette synthèse est destinée aux utilisateurs ayant besoin d'une vue globale de l'hydrologie du Burkina Faso, de l'information sur les cours d'eau et barrages représentatifs ou des renseignements sur les paramètres hydrogéologiques et hydrochimiques.

PARTIE 1 : HYDROLOGIE

I. Présentation des bassins hydrographiques du Burkina Faso

Le Burkina Faso est situé sur 3 **bassins versants internationaux**: la Volta, le Niger et la Comoé (Figure 1.1). Ces trois bassins internationaux sont eux-mêmes subdivisés sur le territoire national en quatre (4) **bassins versants nationaux**: le Nakanbé, le Mouhoun, le Niger et la Comoé. Enfin, à un niveau inférieur, ces 4 bassins nationaux sont subdivisés en **sous-bassins versants nationaux** (Figure 1.2, Tableau 1.1).

La carte ci-dessous présente le tracé de ces différents niveaux de bassin versant.

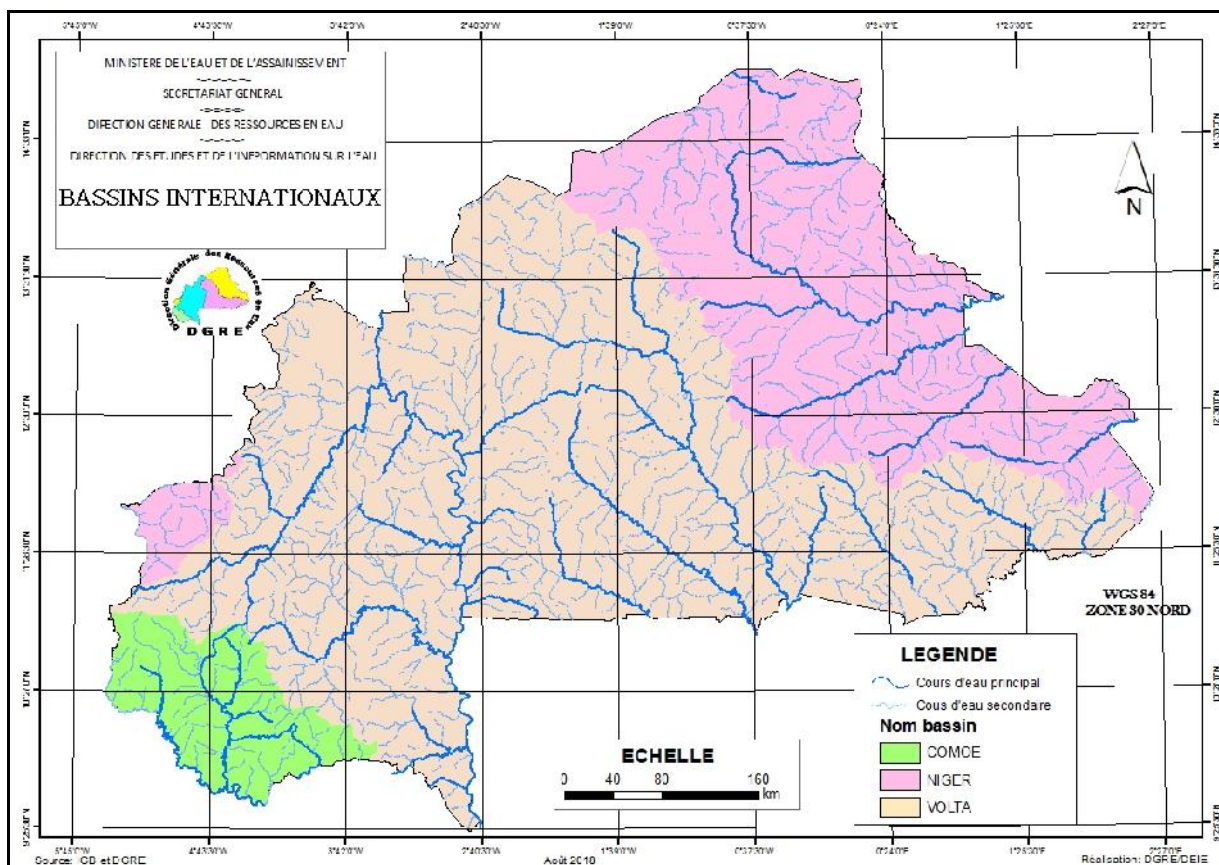


Figure 1.1: Carte des bassins internationaux du Burkina Faso

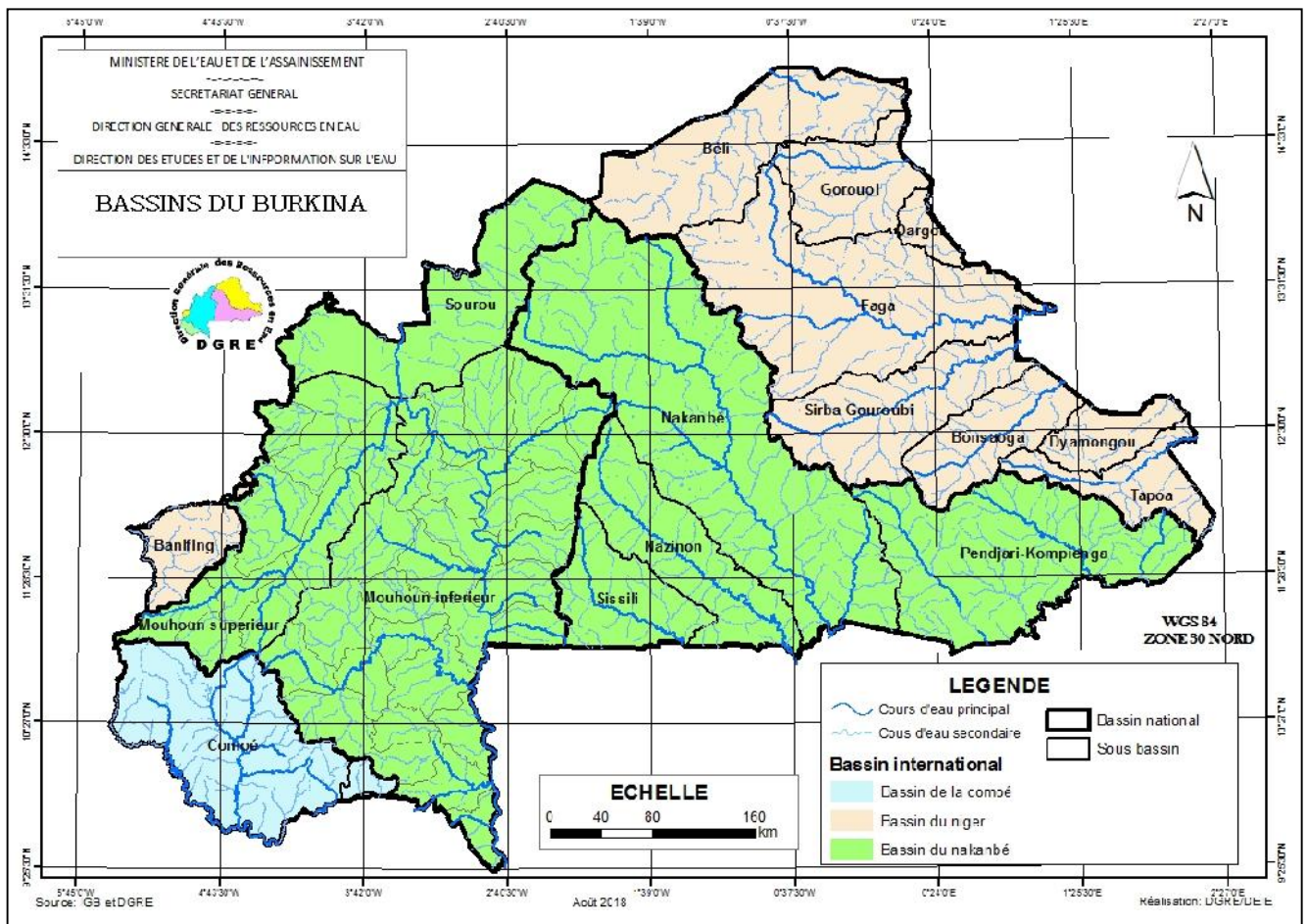


Figure 1.2: Carte des bassins hydrographiques nationaux du Burkina Faso et leurs sous-bassins

Tableau 1.1 : Bassins versants nationaux et sous-bassins du Burkina Faso et leur superficie

Bassin international	Bassin national	Sous-bassin national	Superficie (km ²)
COMOE	<i>COMOE</i>	Comoé -	9613
		Léraba	4505
		Kodoun	1117
		Baoué	1 555
		Iringou	830
		TOTAL COMOE	17 620
NIGER	<i>NIGER</i>	Beli	15 382
		Gorouol	7 748
		Dargol	1 709
		Faga	24 519
		Sirba	11 946
		Bonsoaga	7 231
		Dyamangou	3 759
		Tapoa - Mekrou	5 707
		Banifing	5 441
		TOTAL NIGER	83 442
VOLTA	<i>NAKANBE</i>	Pendjari - Kompienga	21 595
		Nakanbé	41 407
		Nazinon	11 370
		Sissili	7 559
		TOTAL NAKANBE	81 932
	<i>MOUHOUN</i>	Mouhoun supérieur	20 978
		Mouhoun inférieur	54 802
		Sourou	15 256
		TOTAL MOUHOUN	91 036
		TOTAL VOLTA	172 968
BURKINA FASO			274 030

1.1. Le bassin versant national de la Comoé

Le bassin national de la Comoé avec ses 17 620 km² représente 7 % de la surface du pays. Il contient un seul sous-bassin national (Comoé – Léraba). La Comoé est un des grands fleuves d’Afrique Occidentale. La superficie totale de son bassin versant à l’embouchure est de 76 500 km² ; il s’étend sur le Mali, le Burkina Faso la Côte-d’Ivoire et le Ghana

La portion burkinabè de ce bassin international (17 620 km²) est répartie sur les provinces de la Comoé, de la Léraba, du Houet, du Kéné Dougou et du Poni. Elle comprend 5 sous-bassins qui sont :

- la Léraba, cours d’eau pérenne : superficie de 4505 km² ;
- la Comoé, cours d’eau pérenne : superficie de 9613 km² ;
- le Kodoun, cours d’eau temporaire : superficie de 1 117 km² ;
- le Baoué, cours d’eau temporaire. : superficie de 1 555 km² ;
- l’Iringou, cours d’eau temporaire : superficie de 830 km².

1.2. Le bassin versant national du Mouhoun

Le bassin du Mouhoun avec ses 91 036 km² et ses trois sous-bassins (le Sourou, le Mouhoun Supérieur, le Mouhoun Inférieur) est le plus grand des quatre bassins

hydrographiques nationaux. Il englobe 16 provinces. Le bassin est caractérisé par les fleuves pérennes Mouhoun et Kou, et par la vallée du Sourou. On y trouve d'autres cours d'eau permanents ainsi que des lacs : la mare aux hippopotames et «la Guingette» (source du Kou) dans la province du Houet, la mare aux crocodiles de Sabou dans la province de Boulkiemdé. C'est également le bassin national qui abrite le plus grand nombre des eaux et forêts classées.

Les principaux affluents sont le Poni, la Bougouriba, le Grand Balé, le Vranso, le Sourou, le Voun Hou et le Kou. Son bassin versant peut-être subdivisé en trois parties :

- le Mouhoun supérieur (20 978 km²) qui va des sources à la confluence avec le Sourou, avec pour principaux affluents la Plandi, le Kou et le Voun Hou ;
- le Sourou (15 256 km²). A l'état naturel, lors des crues, le Mouhoun alimentait le Sourou dont le cours s'inversait en raison de sa pente extrêmement faible ; à la décrue, le Sourou reprenait son sens d'écoulement normal et alimentait le Mouhoun. Depuis 1984, les ouvrages de dérivation et de contrôle installés à l'amont de la confluence du Sourou et du Mouhoun au village de Léry permettent de stocker 360 millions de m³ dérivés des crues d'hivernage du Mouhoun dans la dépression du Sourou et de restituer le surplus dans le cours aval du Mouhoun. Dans cette dépression, de grands aménagements irrigués se développent ;
- le Mouhoun inférieur (54 802 km²) qui va du Sourou à la frontière avec le Ghana.

1.3. Le bassin versant national du Nakanbé

Le bassin national du Nakanbé occupe 81 932 km² et ses cinq sous-bassins sont la Pendjari, le Nazinon, la Sissili, la Nouhao et le Nakanbé.

- la Sissili (bassin de 7 559 km²) ;
- le Nazinon (bassin de 11 370 km²) ;
- la Pendjari (bassin de 21 595 km²) ;
- la Nouhao (bassin de 4 050 km²) ;
- le Nakanbé (bassin de 37 357 km²).

Pour chacune des stations hydrologiques dans ces sous-bassins, les débits moyens mensuels et les modules interannuels ont été calculés sur une période où les données sont homogènes, représentatives des mêmes conditions, c'est-à-dire à partir de la date de construction du dernier barrage à son amont.

1.4. Le bassin versant national du Niger

Le bassin versant du Niger au Burkina Faso, d'une superficie totale de 83 442 km², se compose de deux parties séparées et situées à deux extrémités du pays (Figure 1.2) :

- le bassin versant du Banifing, affluent du Bani qui est lui-même un des affluents majeurs du fleuve Niger. Ce bassin est situé à l'ouest du pays où la pluviosité moyenne interannuelle est évaluée à 950 mm. D'une superficie totale de 5 441 km², le bassin du Banifing est drainé au Sud par le Sélédogo et le Sangoué et à l'Est par une multitude de rivières (Dougo, Konga, Dougbè) dont la confluence forme le Sésé. Le Tessé ou Longo, principal affluent, reçoit les cours d'eau du sud, conflue avec le N'Gorlaka qui constitue la frontière avec le Mali sur une centaine de kilomètres.
- le bassin des affluents en rive droite du fleuve Niger au Nord du pays d'une superficie de 78 001 km². Les bassins de ces affluents burkinabè du Niger

occupent tout le tiers nord et est du pays. Ils peuvent être subdivisés en deux groupes :

- les affluents les plus septentrionaux qui sont le Béli, le Gorouol, le Goudébo et le Dargol couvrent une superficie de 24 839 km² ; ils sont en grande partie endoréiques¹ mais peuvent provoquer des crues ponctuelles importantes.
- les affluents soudano-sahéliens que sont la Faga, la Sirba, la Bonsoaga, la Diamangou et la Tapoa couvrent une superficie de 53 162 km² ; ils ont des régimes un peu moins irréguliers et contribuent à la crue soudanienne du fleuve Niger qui se produit en septembre.

¹ Dont l'écoulement se perd dans une cuvette ou sur un relief extrêmement plat, par infiltration et par évaporation.

II. Présentation du réseau hydrométrique national

La première station hydrométrique a été créée en 1952. Il s'agit de la station de Kouri sur le Mouhoun (Volta Noire). En 1955, le service hydraulique de l'Afrique Occidentale Française (AOF) créait en Haute-Volta un certain nombre de stations sur les principales rivières qui devaient constituer l'ébauche d'un réseau de base.

Les stations de la région de Bobo-Dioulasso furent maintenues en état de fonctionnement par le Génie rural de Bobo-Dioulasso qui, disposant de personnel et de matériel spécialisé pouvait entreprendre des tournées de contrôle et effectuer des mesures de débits.

Les stations créées dans le cadre de l'aménagement de la Vallée du Sourou furent reprises par le Service Hydraulique des Travaux Publics.

Cependant, des stations furent abandonnées et pour certaines, dès 1956. C'est vraiment à partir de 1963, date d'installation de la mission de l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer (ORSTOM) à Ouagadougou, en Haute Volta (actuel Burkina Faso), que celle-ci prenait progressivement en charge les stations abandonnées et d'autre part créait de nouvelles stations pour ses propres besoins d'études. C'est ainsi qu'en 1965, on pouvait déjà publier les relevés limnimétriques de 29 stations.

Ces efforts divers, importants certes restaient néanmoins insuffisants car il manquait de continuité. Consciente de cette lacune, la Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (DHER) confiait à l'ORSTOM en 1969, par un marché FAC N° 24/C68/F le soin d'aménager dans une phase de démarrage de trois ans (1969, 70, 71) un réseau hydrométrique national de base limité à 30 stations.

Par une deuxième convention FAC N° 17/C74/F, la DHER confiait toujours à l'ORSTOM les travaux inhérents au rôle de conseiller technique pour l'ensemble du réseau hydrométrique de base pendant les années 1974, 1975, 1976.

Parallèlement dès 1975, la Haute Volta participait pleinement au programme AGRHYMET (Renforcement des services agro météorologiques et hydrologiques des pays du Sahel) mis en œuvre conjointement par le Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et l'Organisation Météorologie Mondiale (OMM). Dans ce cadre l'OMM qui est l'Agent d'exécution confiait à l'ORSTOM une fois de plus un rôle d'encadrement (Équipement, Formation de personnel, Exécution des travaux) des premières brigades hydrologiques nationales qui constitueront désormais la section hydrologie de la Haute Volta.

Durant cette période de deux (02) années (1976, 1977) le réseau hydrométrique a connu une nette expansion et rassemble dans l'annuaire hydrologique 1977, des informations sur 40 stations.

A partir de 1977, l'assistance du PNUD a été cette fois-ci directe d'abord par le Centre Régional AGRHYMET, ensuite par l'affectation d'un expert en 1979. Cette phase aura été la plus importante et la plus décisive, car elle a mis en place un service national d'hydrologie doté d'un personnel plus qualifié, d'un équipement plus important, et de locaux appropriés. C'est ainsi que l'annuaire sera édité entièrement par les nationaux et rassemblera des informations sur quarante (40) stations en 1977, quarante-sept (47) en 1978 et plus de 50 à partir de 1979.

En 1978, la Section hydrologique sous la tutelle de l'HER, prenait la pleine responsabilité de l'exploitation de la majeure partie du réseau de base avec l'assistance financière et technique du Projet PNUD/OMM/AGRHYMET.

Trois brigades hydrologiques de terrain (deux à Ouagadougou et une à Bobo-Dioulasso) exploitaient en 1978, 47 stations dont 42 équipées de limnigraphes et 5 d'échelles limnimétriques simples.

A partir de 1983, le service de l'hydrologie entreprend de suivre les barrages, lacs et mares naturelles par l'installation d'échelles limnimétriques sur environ 28 sites suivis par des observateurs entièrement pris en charge par le budget national sur recommandation des pays membres du CILSS dans le cadre du Programme AGRHYMET. Ce qui va porter le nombre de stations en plus des nouvelles à plus d'une centaine.

Avec la mise en œuvre du programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), la Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DGIRH) a procédé à une étude d'optimisation du réseau hydrométrique en 2004, dans l'élaboration du plan de conception et de mise en œuvre du Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau).

Le réseau optimisé proposé se compose de 97 stations (Tableau 1.4) dont un réseau de base de 67 stations et un réseau étendu de 33 stations réparties comme suit :

Tableau 1.2: Répartition des stations suivies dans les quatre bassins versants nationaux

Bassin versant	Barrages /Lacs	Rivières	Total
Niger	11	12	23
Nakanbé	15	21	36
Mouhoun	3	27	30
Comoé	4	7	11
Burkina Faso	34	63	100

III. Méthodologie

3.1. Choix des stations

Au total, 23 stations réparties dans les quatre (4) bassins nationaux (Tableau 1.3) ont été retenues pour l'élaboration du présent document selon les critères suivants :

- la qualité de la station : la fiabilité des données, la présence et la stabilité de la relation niveau/débit ;
- la disponibilité de données historiques suffisantes pour établir des statistiques satisfaisantes concernant les probabilités de récurrence des différentes conditions hydrologiques ;
- la représentativité du bassin hydrologique défini par la station pour la surveillance du cycle de l'eau par région ;
- le caractère stratégique des retenues d'eau et la facilité d'accès à l'information.

Tableau 1.3: Répartitions des sites et stations retenues par bassin

Bassins	Nombre de stations hydrométriques		
	Débit	Volume	Total
Mouhoun	3	1	4
Nakanbé	2	6	8
Niger	3	2	5
Comoé	2	4	6
Total	10	13	23

3.2. Critique, comblement et correction des données

Les données hydrométriques utilisées comportaient des lacunes, les techniques de comblement généralement utilisées en hydrologie ont été appliquées pour le comblement des chroniques (Tableau 1.4).

Tableau 1.4: Comblement et correction des données hydrométriques

Type de station	Techniques appliquées
A volume	Interpolation et corrélation avec les données d'une autre année
A débit	Utilisation de l'hydrogramme moyen pour le comblement des débits moyens mensuels

3.3. Traitement des données

Cette partie de la synthèse est présentée par bassin versant national : Comoé, Mouhoun, Nakanbé et Niger. On y trouvera pour chacune des stations choisies :

- un résumé de la situation de la station et de son équipement ;
- un commentaire et les mesures des écoulements observés en 2017. Les valeurs caractéristiques de l'année (module, volume écoulé, débit minimum et débit

maximum) sont comparées à celles de 2016 et aux valeurs inter annuelles de la période d'observation ;

- la situation pluviométrique est faite avec une représentation graphique des différents cumuls pluviométriques annuels en fonction des années. En ajoutant la représentation de pluie moyenne interannuelle sur le même graphique et la courbe de tendance, on met en relief les années où le cumul annuel est inférieur à celui interannuel ainsi que la baisse et la hausse des pluies annuelles. On distinguera ainsi les années à caractère sec et les années à caractère humide en termes de pluviométrie ;
- le graphe des débits moyens journaliers (hydrogrammes) de 2017, superposé à celui de 2016 sur chaque station ;
- une représentation graphique des différents modules (débits modules annuels) en fonction des années. En ajoutant la représentation du module interannuel sur le même graphique et la courbe de tendance, on met en relief les années où le module est inférieur à celui interannuel et la baisse ou la hausse des modules. On distinguera ainsi les années à caractère sec et les années à caractère humide en termes d'écoulement.

IV. Situation hydrologique par bassin.

4.1. Bassin de la Comoé

4.1.1. Pluviométrie

Avec une pluviométrie moyenne interannuelle de plus de 1 000 mm, des décennales sèches de plus de 800 mm et des décennales humides de plus de 1 400 mm, le bassin de la Comoé se situe incontestablement dans la zone la mieux arrosée du Burkina Faso (MEE, 2001).

Cependant et comme l'illustrent les graphiques ci-après, la pluviométrie et le nombre annuel de jours de pluie sont marqués par une tendance d'évolution à la baisse et cela n'est pas sans conséquence sur les ressources en eau (déficit d'écoulement entraînant de faibles taux de remplissage des barrages réservoirs d'eau de surface, baisse de la recharge des nappes...) et les écosystèmes du bassin.

Pour l'analyse de la pluviométrie, les stations météorologiques de Banfora et de Niangologo ont été considérées.

Sur la période 1960-2017, les cumuls pluviométriques annuels ont varié entre 721,5 mm en 1983 et 1446,1 mm en 1968. La moyenne inter-annuelle de la période 1960-2017 est de 1105,0 mm.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une tendance à la baisse (Figure 1.3).

L'interprétation du graphique des indices des pluies annuelles fait apparaître 03 périodes bien distinctes (Figure 1.4):

- une période humide de 1960 à 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1984 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1985 à 2017.

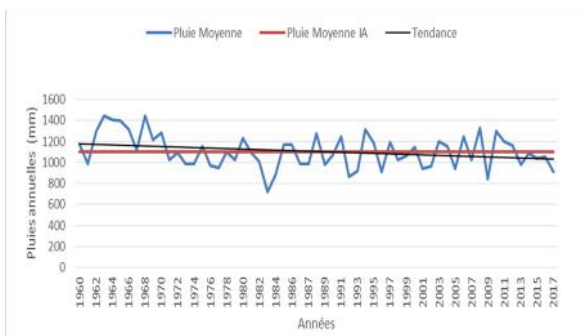


Figure 1.3 : Evolution des pluies moyennes annuelles du bassin de la Comoé de 1960 à 2017

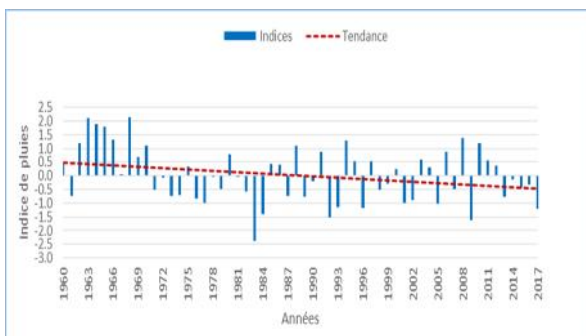


Figure 1.4 : Evolution des indices des pluies annuelles standardisées du bassin de la Comoé de 1960 à 2017

4.1.2. Présentation du réseau Hydrométrique

Le bassin de la Comoé avec ses 17 590 km² couvre 7 % de la surface du pays.

Le suivi hydrométrique est réalisé à partir d'un réseau de dix (10) stations dont 06 à débits et 04 à volume. Pour les besoins de la présente publication, 06 stations ont été retenues :

- deux (2) stations à débit : la Léraba à Yéndéré et la Comoé à Folonzo ;

- quatre (4) stations à volume : les barrages de Bodadiougou ou Lobi sur le Lobi, de Moussodougou sur la Comoé, de Toussiana sur le Yannon et de Douna sur la Léraba Orientale

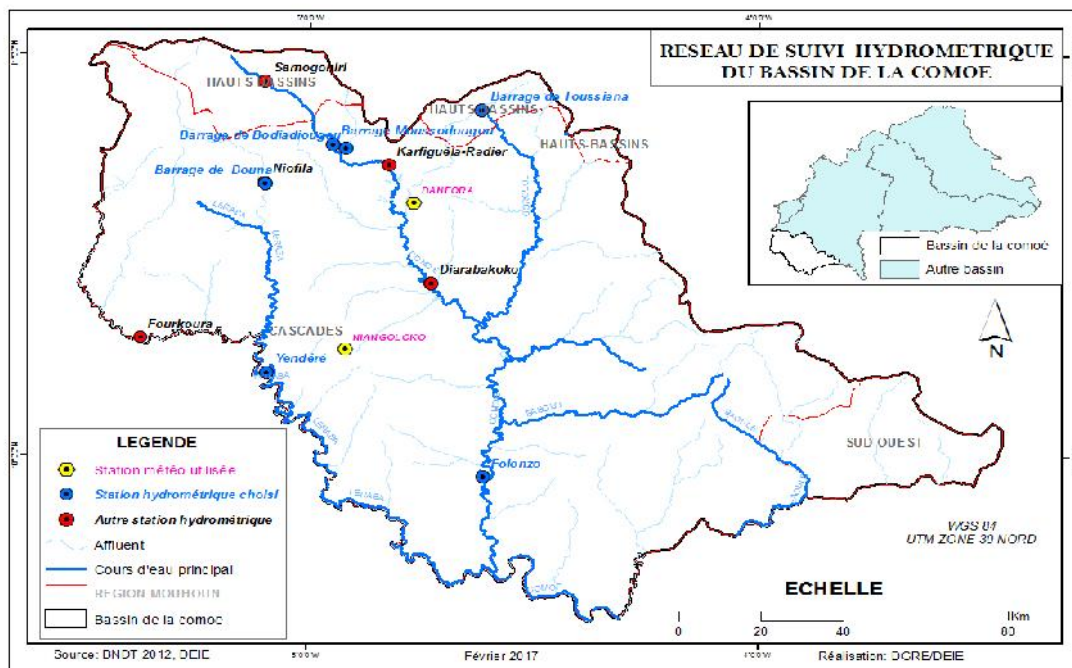


Figure 1.5: Carte du réseau hydrographique du bassin de la Comoé

4.1.3. Situation des écoulements dans le bassin

4.1.3.1. La Léraba Occidentale à Yendéré

a) Caractéristiques.

Code IRD	: 1200401810
Coordonnées	: Latitude 10° 12'35,04" N – Longitude 05° 05' 28,62" W
Bassin Versant	: 5930 Km ²
Date d'installation	: 04 juin 1955 et réinstallation en 1984
Équipement	: Limnimètre de 1 à 11 m sur pilier de l'ancien pont et sur IPN. Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10. Enregistreur numérique OTT Thalimèdes (20 Avril 2013)
Repère	: IGN sur culée du pont en rive droite, côté Côte d'Ivoire, altitude 279,99m. Repère SH en rive gauche près de E7-8 (1984). Repère SH en rive gauche (Janvier 2013) avec Z ₀ =15,863m.
Zéro de l'échelle	: 14,70 m sous le repère IGN. 7,482 m sous le repère SH (15/05/86). Altitude 264,29m.

b) Historique

La station a été créée en 1955 par l'arrondissement de l'Hydraulique de la subdivision de Bobo-Dioulasso. Le limnimètre en rive gauche sous le pont était composé de deux éléments 0-1 et 1-2 sur IPN, d'une échelle 2 à 8 m sur pilier et d'une échelle 8 à 12 m sur la culée.

Les éléments supérieurs ont été progressivement remplacés par une batterie d'échelles sur IPN. Un élément négatif a été implanté dans le lit mineur sous la travée centrale du pont.

Un limnigraphe a été installé le 1er juin 1976 sur un puits PVC de 17 m de hauteur pour mieux suivre les variations rapides du niveau d'eau.

En 1987, en raison de la construction d'un nouveau pont sur la Léraba, la rivière a été barrée en amont de l'ancien pont du 12 avril au 04 juin. A la suite de ces travaux les éléments d'échelles de 0 à 9 m ont été arrachés. Le 04 juin une nouvelle batterie a été installée : E 1-2, E 7 à 9, E 9-10 et E 10 -11 sur IPN ; E 2 à 4 et E 4-5 à 6-7 sur le pilier de l'ancien pont. Après la réouverture du barrage on constate que la présence de batardeaux en rive gauche crée des remous autour de la gaine du limnigraphe pour les cotes inférieures à 3.00 m.

Le 20 avril 2013, un module angulaire OTT Thalimedes a été installé et couplé au limnigraphe OTT X dans le cadre du programme Millenium Chalenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

c) Jaugeage et étalonnage

De 1955 à 2017, plus de 100 jaugeages ont été effectués. La plus haute cote jaugée est de 10,52 m, le 06/09/1970 pour un débit de 418 m³/s.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Yendéré (Figure 1.6).

Du 1er janvier au 18 juillet 2017, le débit moyen d'étiage est de 5,20 m³/s. Les apports ont connu une hausse sensible à partir du 19 juillet.

Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum instantané de 127 m³/s le 23 août 2017. A partir de cette date, on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum instantané de 2,67 m³/s le 31 décembre.

Comparés aux extrêmes journaliers de l'année précédente, ceux de 2017 sont déficitaires (Figure 1.6).

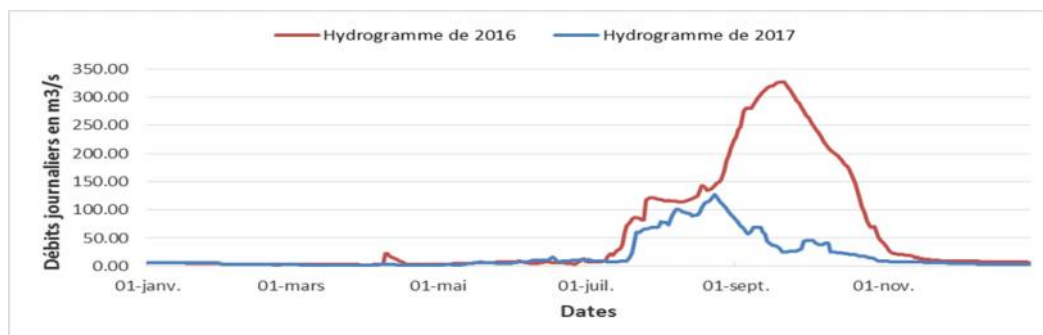


Figure 1.6 : Hydrogrammes 2016 et 2017 de la Léraba Occidentale à Yendéré

Le module de 2017 est de 20,1 m³/s correspondant à un volume écoulé de 632,6 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui est de 37,1 m³/s (1174,1 millions de m³) et à la

moyenne inter annuelle 1960-2017, qui est de 29,3 m³/s (924,6 millions de m³) (Figure 1.7, Tableau 1.5).

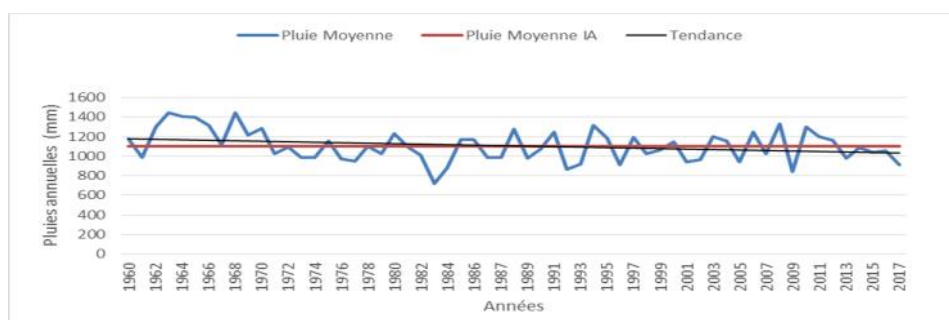


Figure 1.7: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Yendéré

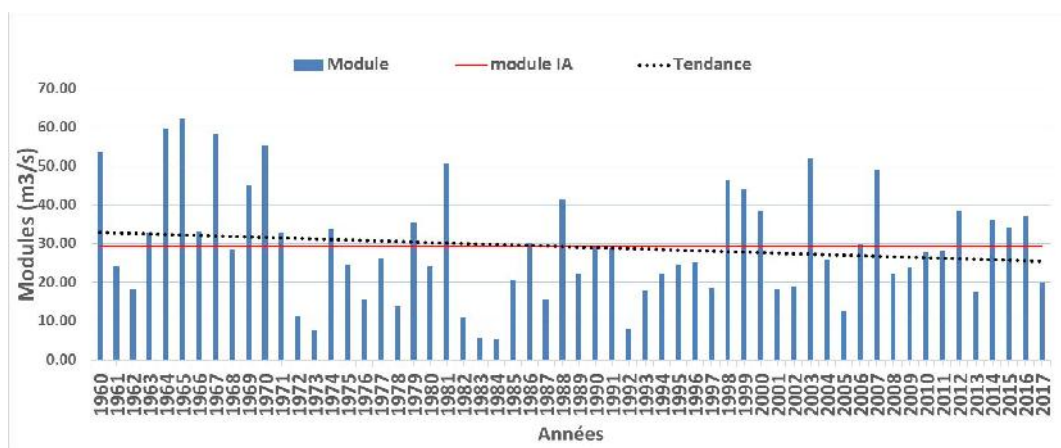


Figure 1.8 : Evolution des modules de la Léraba à Yendéré du 1960 à 2017

La lame d'eau écoulee en 2017 est de 106,7 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 11,7% calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 911,0 mm sur le bassin versant de la station.

Il faut noter que les coefficients d'écoulement de 2016 et de la moyenne IA 1960-2017 sont respectivement de 18,8% et 14,6 %.

Tableau 1.5 : Ecoulements de la Léraba à Yendéré

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA(1960-2017)	2016	2017	IA (1960-2017)
Yendéré	5 930	58	37,1	20,1	29,3	1174,1	632,6	924,6

De 1960 à 2017, les modules ont varié entre 5,39 m³/s en 1984 et 62,5 m³/s en 1965. On observe une variabilité des modules interannuels. Le graphique de l'évolution des modules montre une tendance à la baisse. La même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

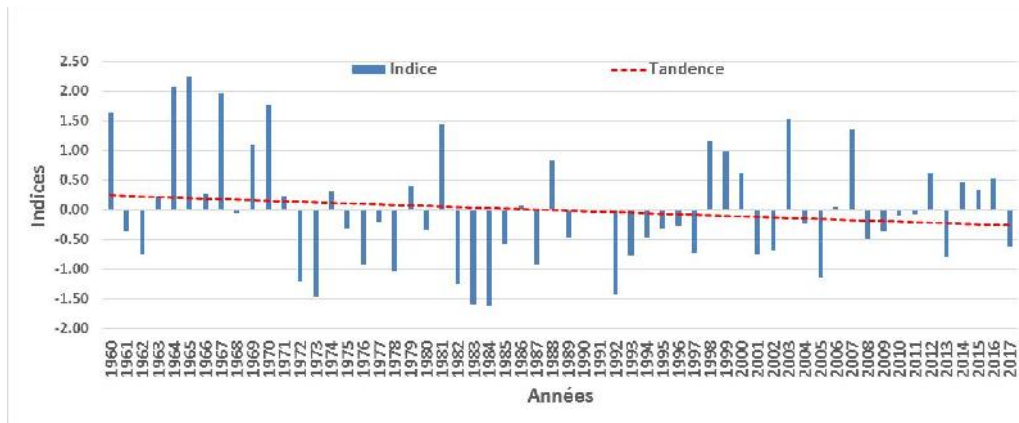


Figure 1.9 : Indices des modules standardisés de la Comoé à Yendéré de 1960 à 2017

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1.9) fait apparaître 03 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1960 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1997 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches, à dominance humide de 1998 à 2017.

4.1.3.2. La Comoé à Folonzo

a) Caractéristiques.

Code IRD	: 1200400113
Bassin Versant	: 9480 Km ²
Coordonnées	: Latitude 09° 54' N – Longitude 04° 37' W
Zéro de l'échelle	: 11,15 m sous le repère.
Date d'installation	: 1 ^{er} avril 1969
Repère	: Repère de nivellement SH installé le 29/04/82.
Equipement	: Batterie de 11 éléments d'échelles métriques sur IPN de 0 à 11 m.

b) Historique

La station a été créée en avril 1969 par l'ORSTOM pour le compte de la Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (DHER). Elle est située en rive droite de la Comoé, en amont du gué de la route venant de Folonzo. La hauteur d'eau est relevée au minimum une fois par jour par un observateur. Un limnigraphe OTT R20 a été installé, mais son exploitation a été difficile.

Dans le cadre du programme Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF), un enregistreur numérique composé d'un capteur à pression OTT CBS et d'un enregistreur DuoSens a été installé le 20/04/2013 au droit des échelles limnimétriques en rive droite à environ 80 m en amont du pont et à 38 m des berges.

c) Jaugeage et étalonnage

De 1970 à 2017, plus de 95 jaugeages ont été effectués pour des hauteurs variant de 0,63 m à 9,88 m correspondant à des débits respectifs de 0,20 m³/s et 232 m³/s. Le tracé de la courbe a été légèrement modifié en 1979 entre 4 et 10 m.

Un détarage apparaît en 1986 et se confirme avec les jaugeages de 1987 et 1988 : les points sont au-dessus de la courbe en basses eaux et en dessous en hautes eaux. Une deuxième courbe d'étalonnage a donc été établie en mars 1989 avec les jaugeages de 1986 à 1988. Sa validité est retenue à partir du 01/01/1986.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Folonzo (Figure 1.10). La période d'étiage s'étale du 1er janvier au 20 mai 2017 avec un débit moyen de 3,35 m³/s.

Les apports ont débuté le 21 mai et ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 146 m³/s le 29 juillet 2017. A partir de cette date, on a observé une décrue qui atteint un minimum journalier de 3,40 m³/s le 31 décembre 2017 contre 4,08 m³/s le 1er décembre 2016.

Comparés aux extrêmes journaliers de l'année précédente, ceux de 2017 sont déficitaires.

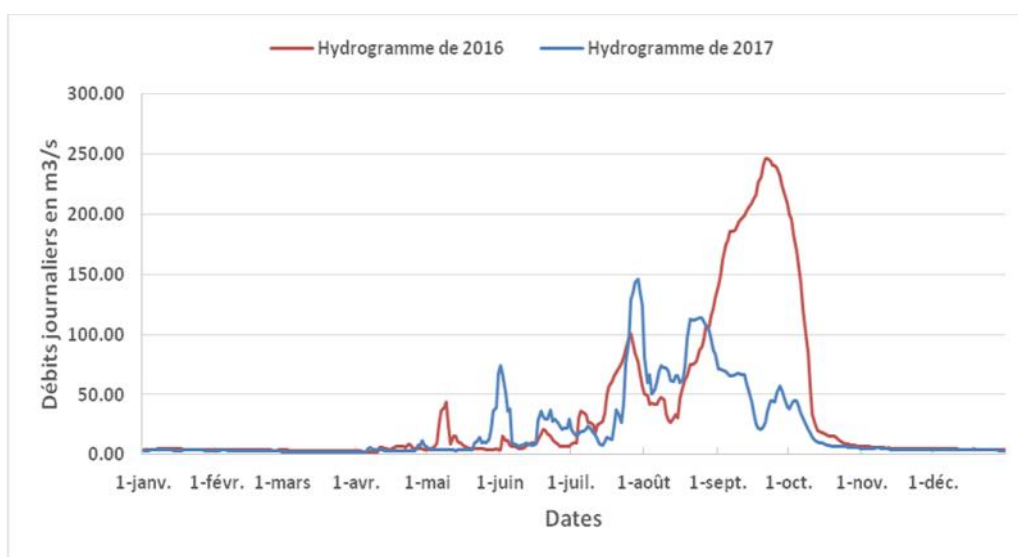


Figure 1.10 : Hydrogramme 2016 et 2017 de la Comoé à Folonzo

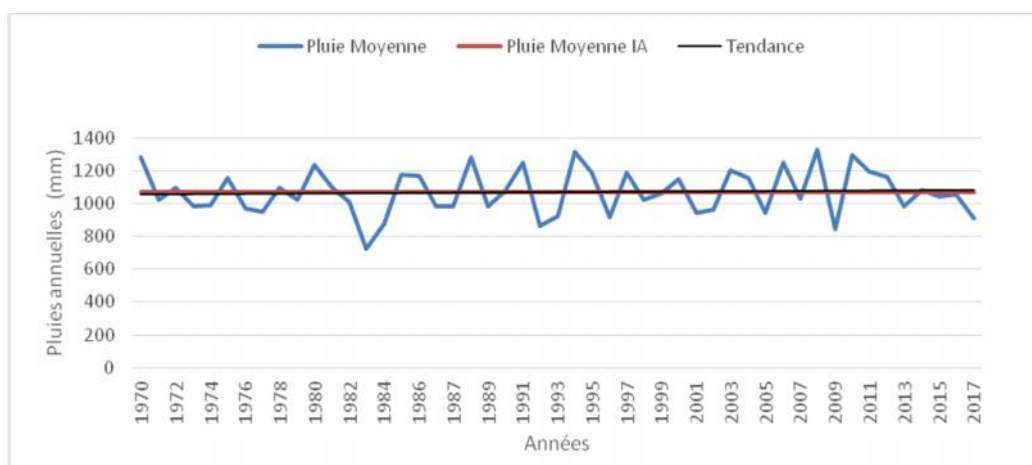


Figure 1.11: Evolution des pluies annuelles sur le bassin versant de la Comoé à Folonzo

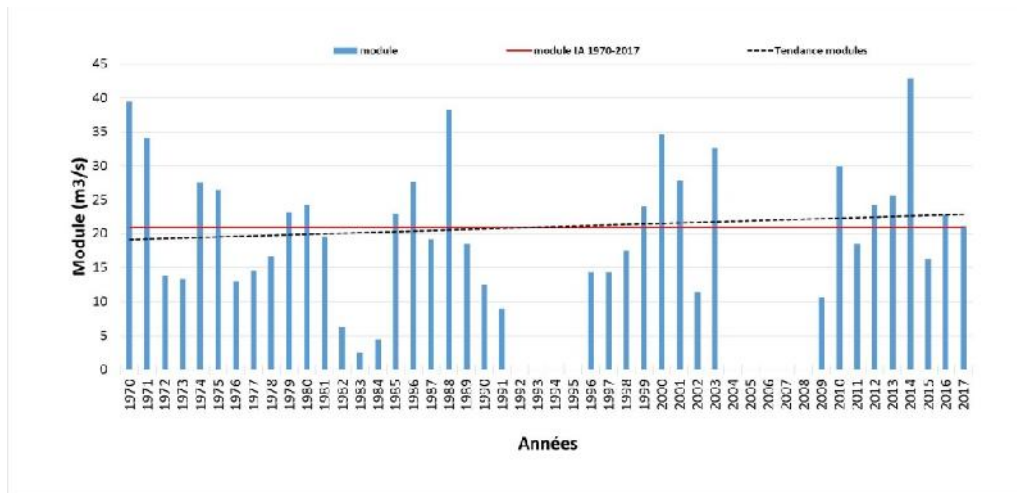


Figure 1.12 : Evolution des modules de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2017

Le module de 2017 est de 21,1 m³/s correspondant à un volume écoulé de 665,5 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui est de 22,8 m³/s (719,4 millions de m³).

Par contre, il est supérieur au débit moyen Inter annuel (1970-2017) qui est de 20,9 m³/s (659,9 millions de m³) (Figure 1.11, Tableau 1.6).

La lame d'eau écoulée en 2017 est de 70,2 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 7,71% calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 911,0 mm sur le bassin versant de la station.

Il faut noter que, les coefficients d'écoulement de 2016 et de la moyenne IA de 1970 à 2017, sont respectivement de 7,21% et 6,30 %.

Tableau 1.6 : Ecoulements de la Comoé à Folonzo

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1970-2017)	2016	2017	IA (1970-2017)
Folonzo	9 480	46	22,8	21,1	20,9	719,4	665,5	659,9

De 1970 à 2017, les modules ont varié entre 2,48 m³/s en 1983 et 42,8 m³/s en 2014. On observe une variabilité des modules interannuels. Le graphique de l'évolution des modules montre une légère tendance à la hausse (Figure 1.13).

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1.13) fait apparaître 03 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1970 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1998 ;
- une période alternée à dominance humide de 1999 à 2017.

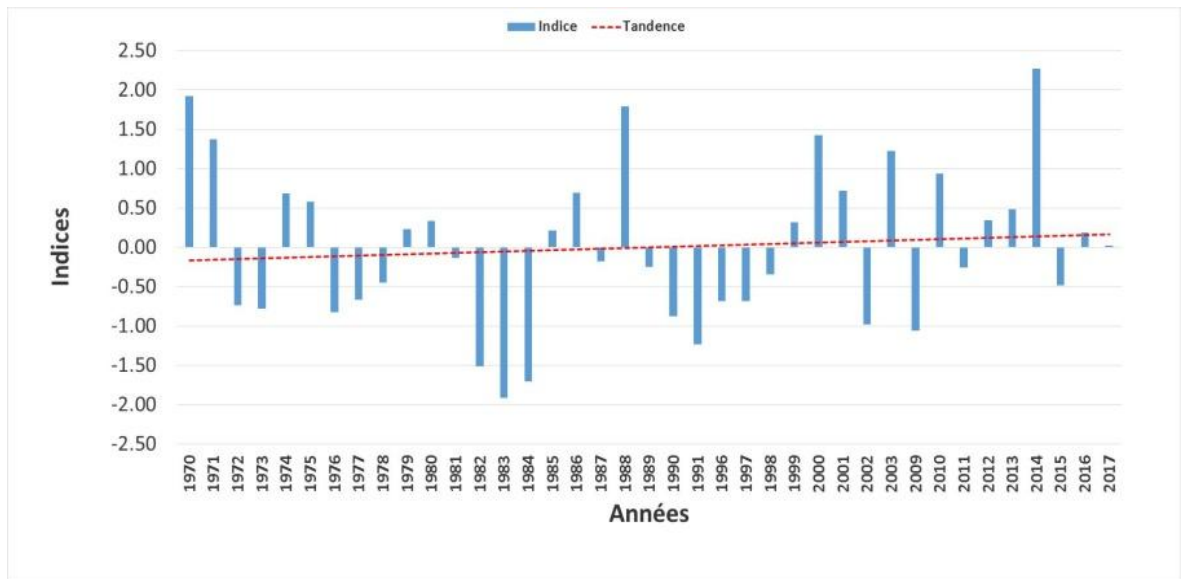


Figure 1.13 : Indices des modules standardisés de la Comoé à Folonzo de 1970 à 2017

4.1.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées

4.1.4.1 Le barrage de Lobi ou Bodadiougou

a) Historique

Le barrage est situé sur l'affluent le Lobi à 7 km au Nord du village de Bodadiougou et est accessible par une piste en saison sèche. Ce barrage en terre d'un bassin versant de 120 km² a été construit en juin 1976 au compte de la SOSUCO d'une longueur de 17 km et de pente moyenne de 2,5%. La retenue a une capacité de 6,057 millions de m³ pour une superficie de plan d'eau de 120 ha et une profondeur maximale de 14 m.

b) Analyse du remplissage

Le 01 janvier 2017, le volume qui était de 3,159 millions de m³ a diminué jusqu'à atteindre un minimal de 0,037 millions de m³ le 14 avril (Figure 1.14). Les premiers apports en 2017 ont été enregistrés le 20 mai et ceux de 2016 le 12 juin. En 2016 et en 2017, le barrage n'a pas connu de déversement.

Au 31 décembre 2017 le volume était de 2,694 millions de m³, soit 44 % de sa capacité au Plan d'Eau Normal (PEN) contre 3,203 millions de m³, soit 53 % en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Tableau 1.7).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2017 est de 58 % contre 99 % en 2016.

La situation de 2017 est déficitaire de 2,440 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

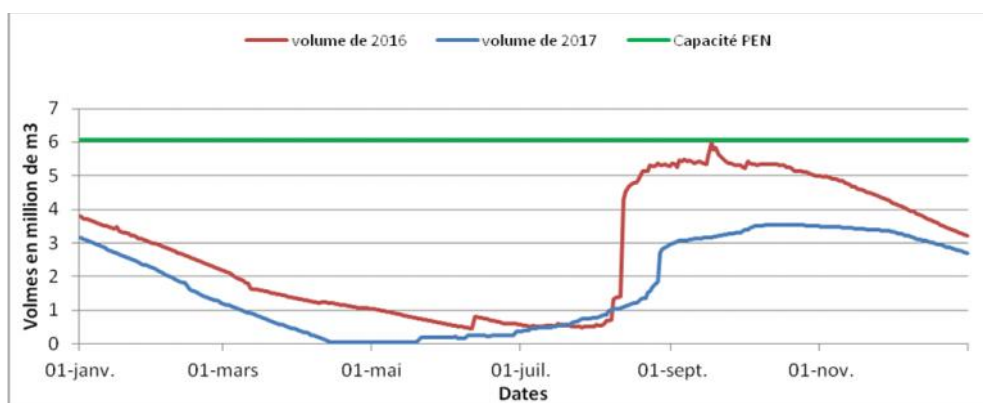


Figure 1.14 : Situation de remplissage du barrage de la Bodiadougou

Tableau 1.7 : Volumes caractéristiques stockés au barrage de Bodiadougou entre 2016 et 2017

	2016			2017			dv 2017- 2016 (Mm ³)
	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage en %	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage (%)	
Volume au 1er janvier	3,784	01/01/2016	62	3.159	01/01/2017	52	-0.625
Volume maximal stocké	5,979	17/09/2016	99	3.539	du 10 au 25/10/2017	58	-2.44
Volume minimal stocké	0,453	du 10 au 11/06/2016	7	0.037	du 14/04 au 19/05/2017	1	-0.416
Volume au 31 décembre	3,203	31/12/2016	53	2.694	31/12/2017	44	-0.509
Nombre de jours de déversement	0			0			

Le graphique ci-dessous (Figure 1.15) présente une chronique des remplissages maximaux de 2008 à 2017. La tendance des remplissages maximaux sur les 10 dernières années est à la hausse.

Le graphique ci-après (Figure 1.16) est une chronique des niveaux des plus basses eaux du barrage de Bodadiougou sur les dix dernières années. Ces niveaux ont varié entre 0,037 millions de m³ en 2017 et 2,271 millions de m³ en 2014.

La tendance du niveau des plus basses eaux est à la hausse (Figure 1.16).

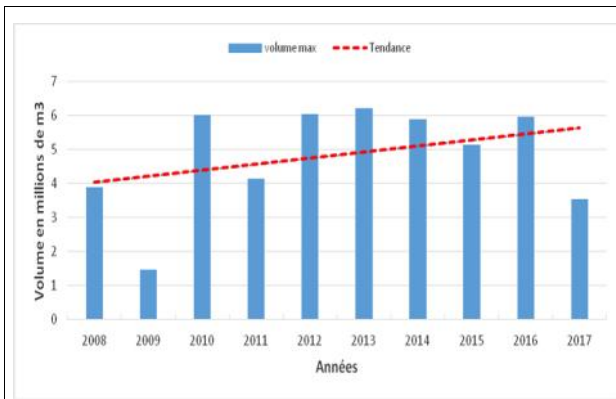


Figure 1.15 : Volumes maximaux stockés au barrage de Bodadiougou de 2008 à 2017

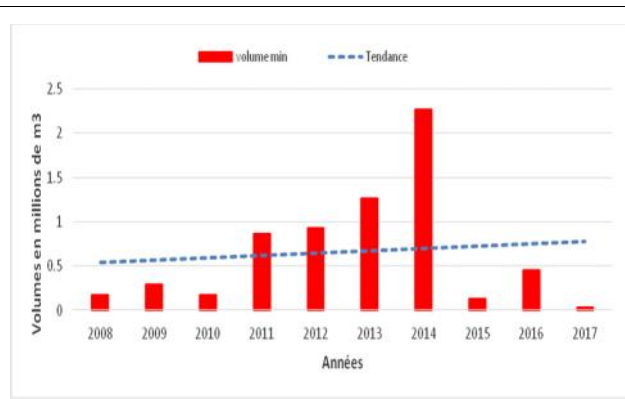


Figure 1.16 : Volumes minimaux stockés au barrage de Bodadiougou de 2008 à 2017

4.1.4.2 Le barrage de Moussodougou

a) Historique

Le barrage de Moussodougou a été construit en 1991. Sa capacité est de 37,793 millions de m³ calée à la cote IGN 454 m (cote IGN de déversement). Le niveau zéro de l'échelle est à 432 m, soit un déversement à 2200 cm de l'échelle DGRE. L'eau lâchée est utilisée en aval pour : l'irrigation des champs de canne à sucre et du périmètre rizicole de Karfiguéla, l'alimentation en eau potable de la ville de Banfora, le maraîchage et le débit réservé du cours d'eau naturel. Les observations datent de 1991.

b) Analyse du remplissage

Le 01 janvier 2017, le volume qui était de 27,376 millions de m³ a diminué pour atteindre un minimal de 6,099 millions de m³ le 26 juin de la même année (Figure 1.17). Les premiers apports significatifs ont été enregistrés à partir du 27 juin pour l'année 2017 et le 06 juillet pour 2016. En 2017 comme en 2016, le barrage n'a pas déversé.

Au 31 décembre 2017 le volume était de 21,102 millions de m³, soit 55,84 % de sa capacité au PEN contre 27,42 millions de m³, soit 72,55 % en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Tableau 1.8).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2017 est de 79,82 % contre 93,59 % en 2016.

La situation de 2017 est déficitaire de 5,203 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

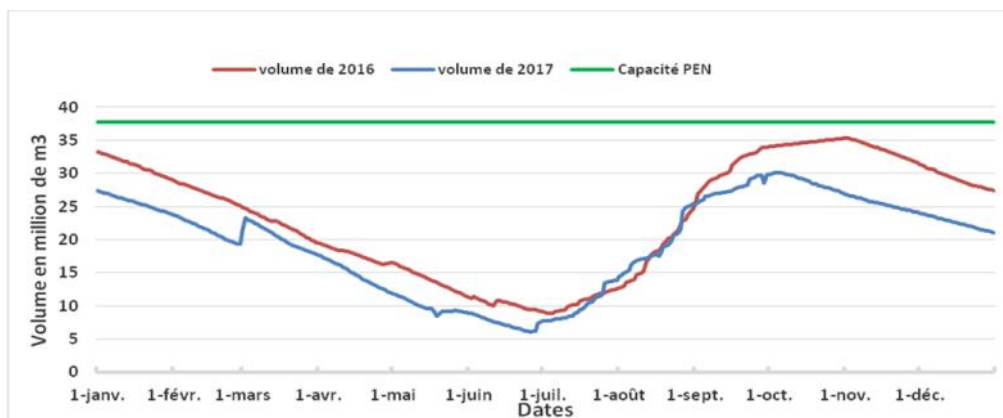


Figure 1.17 : Situation de remplissage du barrage de Moussodougou

Tableau 1.8 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Moussodougou entre 2016 et 2017

	2016			2017			dv 2017 - 2016 (Mm ³)
	Volum e (Mm ³)	Date	Coefficien t de remplissa ge (%)	Volum e (Mm ³)	Date	Coefficien t de remplissa ge (%)	
Volume au 1er janvier	33,247	01/01/2016	87,97	27.376	01/01/2017	72.437	-5.871
Volume maximal stocké	35,37	du 01 au 02/11/2016	93,59	30.167	du 04 au 05/10/2017	79.822	-5.203
Volume minimal stocké	8,83	05/07/2016	23,36	6.099	26/06/2017	16.138	-2.731
Volume au 31 décembre	27,42	31/12/2016	72,55	21.102	31/12/2017	55.836	-6.318
Nombre de jours de déversement	0			0			

La Figure 1.18 présente une chronique des volumes maximaux de 2008 à 2017. La tendance des volumes maximaux sur les 10 dernières années est légèrement à la baisse.

Le graphique ci-après (Figure 1.19) est une chronique des volumes minimaux du barrage de Moussodougou sur les dix dernières années. Ces volumes ont varié entre 3,715 Millions de m³ en 2012 et 9,93 millions de m³ en 2008. La tendance des volumes minimaux est à la baisse.

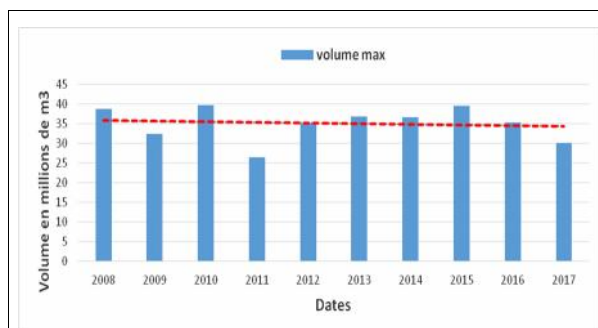


Figure 1.18 : Volumes maximaux stockés au barrage de Moussodougou de 2007à à 2016

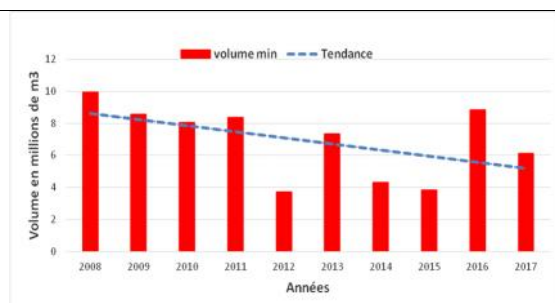


Figure 1.19 : Volumes minimaux stockés au barrage de Moussodougou de 2007à à 2016

4.1.4.3 Le barrage de Toussiana

a) Historique

D'un bassin versant de 130 km², le barrage de Toussiana a été construit par la SOSUCO sur l'affluent le Yannon en 1982 pour l'irrigation du périmètre de la canne à sucre. Il a une capacité de 6,10 millions de m³. Le suivi date de 1982 et depuis, les niveaux d'eau sont relevés au moins une fois par jour par un observateur..

b) Analyse du remplissage

Le volume au 01 janvier 2017 était de 4,16 millions de m³.

Le volume minimal enregistré dans ce barrage n'est pas connu puisqu'en dessous du volume 0,20 million de m³, il n'y a plus de lecture d'échelle. En effet, à partir de ce volume, l'eau n'atteint plus le premier élément limnimétrique mais on l'estime à 0,20 million de m³ qui est également le volume minimal à partir duquel l'irrigation de la canne à sucre par ce barrage est suspendue.

En 2017, le barrage n'a pas déversé par contre en 2016 le déversement est survenu du 13 octobre au 28 novembre (Figure 1.20).

Au 31 décembre 2017 le volume était de 1,30 millions de m³, soit 21,34 % de sa capacité maximale contre 5,5 millions de m³, soit 90,16 % de sa capacité maximale en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Tableau 1.9).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2017 est de 68,2% contre 100,8% en 2016.

La situation de 2017 est déficitaire de 1,99 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

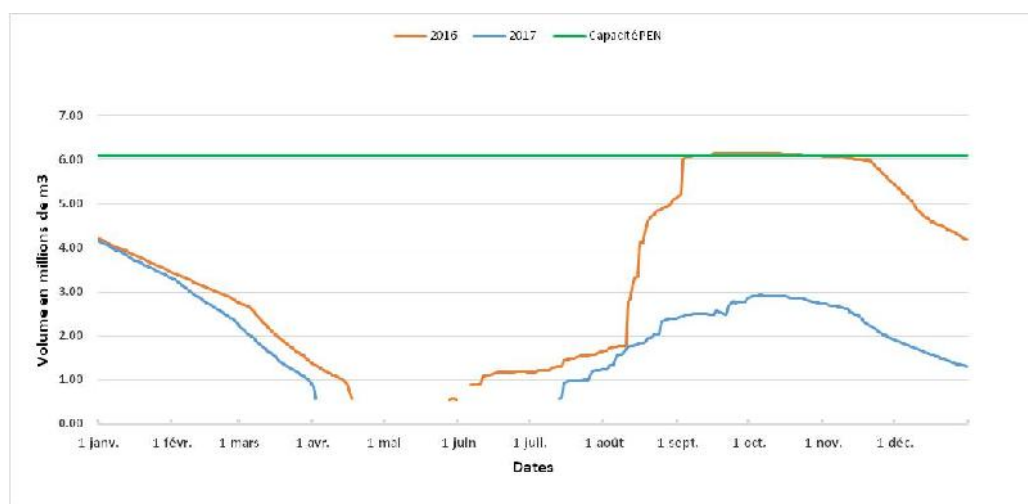


Figure 1.20 : Situation de remplissage du barrage de Toussiana

Tableau 1.9 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Toussiana entre 2016 et 2017

	2016			2017			dv 2017- 2016 (Mm ³)
	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage (%)	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage (%)	
Volume au 1er janvier	4,83	01/01/2016	79,23	4.16	01/01/2017	68.23	-0.671
Volume maximal stocké	6,15	du 18 au 26/10/2016	100,82	4.16	01/01/2017	68.23	-1.988
Volume minimal stocké	0,55	04/07/2016	9,02	-	-	-	-
Volume au 31 décembre	5,50	31/12/2016	90,16	1.30	31/12/2017	21.344	-4.198
Nombre de jours de déversement	47			0			

La Figure 1.21 présente une chronique des volumes maximaux de 2008 à 2017. La tendance des volumes maximaux sur les 10 dernières années est à la hausse.

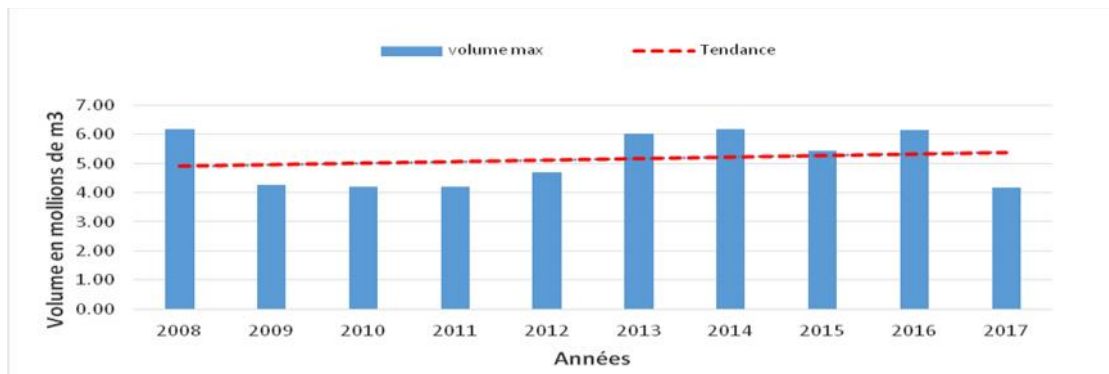


Figure 1.21 : Volume maximaux stockés au barrage de Toussiana sur les 10 dernières années

4.1.4.4 Le barrage de Douna

c) Historique

D'un bassin versant de 819 km² le barrage de Douna a été construit en 1987 sur la Léraba Orientale, dans le but d'irriguer 1500 ha en toutes cultures confondues. Il a une capacité de 50 millions de m³. La exploitation a été faite par l'ONBAH à travers le projet FED (Fonds Européen de Développement) première DOUNA qui a pris fin en décembre 1993. La collecte de relevés de niveau d'eau date de 1989. Elle a été interrompue depuis décembre 1993 jusqu'en juillet 1995, date à laquelle la DRH/HB a procédé au recrutement d'un observateur d'échelle.

Un enregistreur numérique à pression OTT CBS avec enregistreur DuoSens a été installé en 2013 dans le cadre du programme Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

d) Analyse du remplissage

Le 01 janvier 2017, le volume qui était de 26,692 millions de m³ a diminué pour atteindre un minimal de 12,349 millions de m³ le 10 mai de la même année. Les premiers apports ont été enregistrés le 11 mai en 2017. En 2016 et 2017, le barrage n'a pas connu de déversement (Figure 1.22).

Au 31 décembre 2017 le volume était de 26,26 millions de m³, soit 52,5 % de sa capacité au PEN contre 26,932 millions de m³, soit 53,9 % de sa capacité au PEN en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Tableau 1.10).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2017 est de 78,2% contre 79,4% en 2016.

La situation de 2017 est déficitaire de 0,565 million de m³ par rapport à celle de 2016.

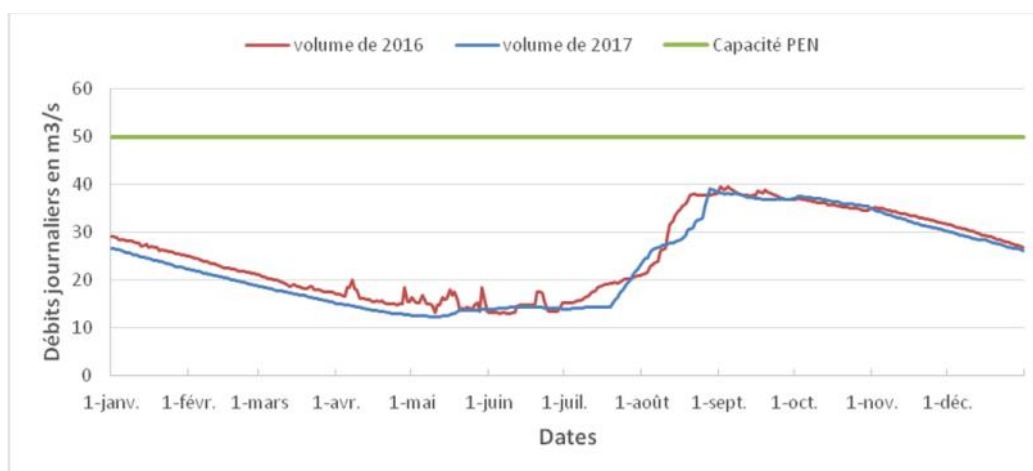


Figure 1.22 : Situation de remplissage du barrage de Douna

Tableau 1.10 : Volumes caractéristiques stockés du barrage de Douna entre 2016 et 2017

	2016			2017			dv 2017- 2016 (Mm ³)
	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage (%)	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissage (%)	
Volume au 1er janvier	29.236	01/01/2016	58.47	26.692	01/01/2017	53.38	-2.544
Volume maximal stocké	39.676	04/09/2016	79.35	39.111	28/08/2017	78.22	-0.565
Volume minimal stocké	13.019	09/06/2016	26.04	12.349	10/05/2017	24.70	-0.6698
Volume au 31 décembre	26.932	31/12/2016	53.86	26.26	31/12/2017	52.52	-0.672
Nombre de jours de déversement	0			0			

4.2. Bassin du Mouhoun

4.2.1. Pluviométrie

Le gradient pluviométrique nord-sud divise le bassin du Mouhoun en trois zones climatiques :

- Climat soudanien avec une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 900 mm et une saison de pluies de 6 à 7 mois. Il couvre le groupement des sous-bassins du Mouhoun supérieur et du Mouhoun inférieur.
- Climat soudano sahélien avec une pluviométrie comprise entre 600 et 900 mm et une saison de pluies de 4 à 5 mois. Il concerne la zone du Mouhoun moyen.
- Climat sahélien avec une pluviométrie inférieure à 600 mm et une saison de pluies de 3 à 4 mois dans la partie nord du bassin du Sourou.

Les températures moyennes annuelles sont croissantes du sud au nord du bassin (27,2°C à Bobo-Dioulasso ; 28,7 °C à Dédougou) et restent inférieures à 30°C.

Pour l'analyse de la pluviométrie sur le bassin, quatre stations météorologiques synoptiques localisées sur le bassin ont été considérées : Bobo-Dioulasso, Dédougou, Boromo et Gaoua.

L'évolution des pluies annuelles est marquée par une baisse depuis les années 1955 (Figure 1.23). Sur la période 1955-2017 les cumuls pluviométriques ont varié entre 693,7 mm en 1983 et 1275,1 mm en 1955. La moyenne inter annuelle de la période 1955-2017 est de 960,6 mm On note une légère tendance à la baisse marquée par une période plus humide entre 1955 et 1971, ainsi qu'une légère recrudescence des pluies depuis 2006.

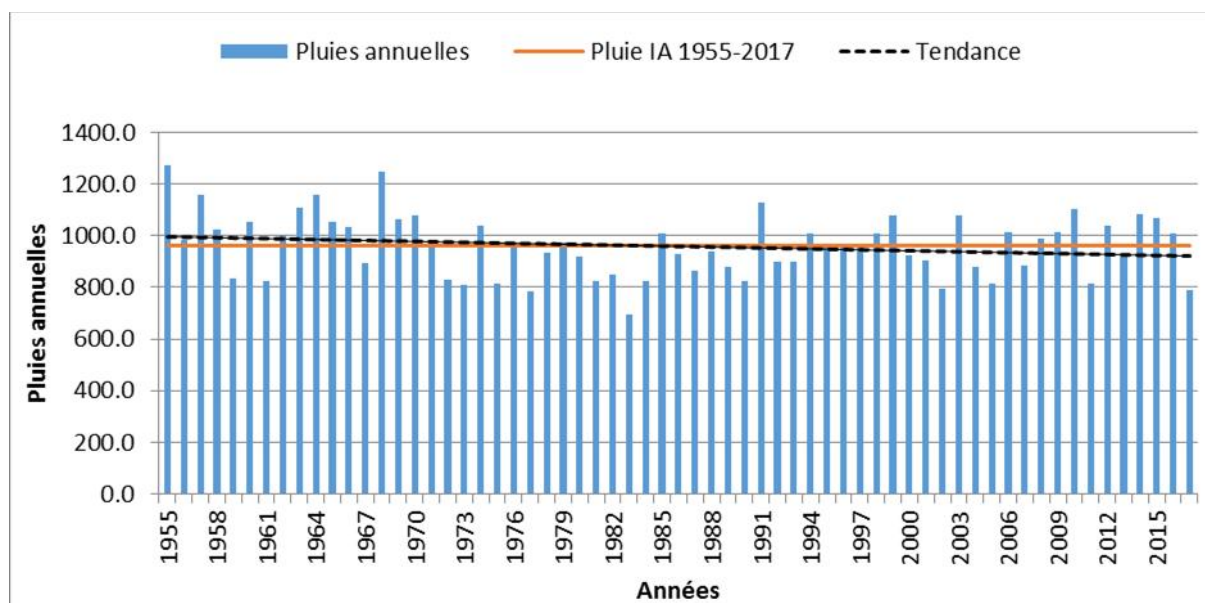


Figure 1.23 : Evolution des cumuls pluviométriques annuels du bassin du Mouhoun

L'interprétation du graphique des indices des pluies annuelles standardisées (Figure 1.24) fait apparaître 3 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1990 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches à dominance humide de 1991 à 2017.

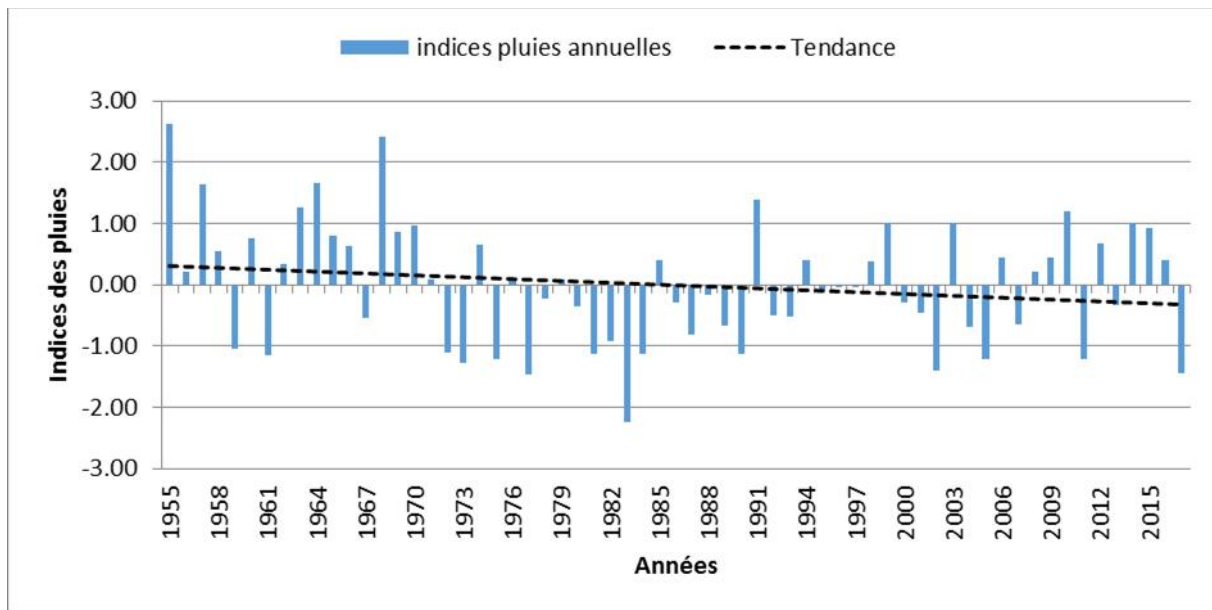


Figure 1.24 : Indices des pluies annuelles standardisées sur le bassin du Mouhoun

4.2.2. Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin

Le suivi hydrométrique est réalisé à partir d'un réseau de 25 stations dont 22 à débit et 03 à volume.

Pour les besoins de la présente publication, quatre (4) stations ont été retenues (Figure 1.25):

- trois (3) stations à débit : Samendeni, Boromo et Dapola ;
- une (1) station à volume : barrage du Sourou à Yaran.

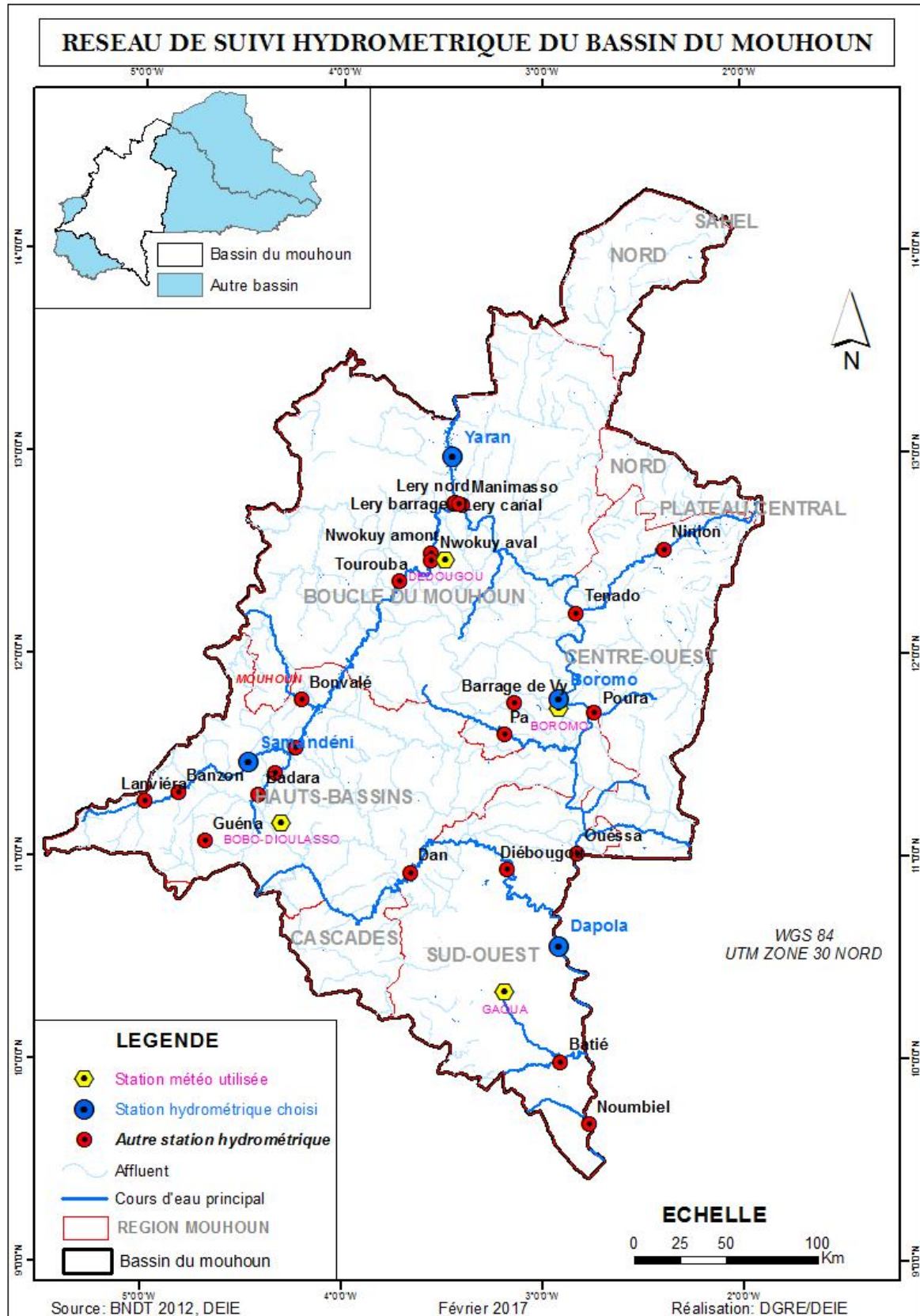


Figure 1.25 : Carte du réseau hydrométrique du bassin versant du Mouhoun

4.2.3. Situation des écoulements dans le bassin

4.2.3.1. Le Mouhoun à Samendeni

a) Caractéristiques

Code IRD	1202700232	
Coordonnées	Latitude 11° 28'00.0''N	Longitude 04° 28'00.0'' W
Repère	Chaussée du Pont côté Bobo-Dioulasso	
Superficie du Bassin versant	4580 km ²	
Date d'installation	24 Mars 1955	
Zéro de l'échelle	9,644 m sous le repère (07/03/85)	
	Altitude : 287,00 m environ	
Equipement	Limnimètres de 9 éléments, E négatif installé en 1981, E 0-1 et E 1 à 6 sur pilier rive gauche, E 6 à 8 sur culée rive gauche, Plate-forme de rassemblement des données PCD SUTRON à télétransmission satellitaire METEOSAT	

b) Historique

En 1955, la station hydrométrique était constituée d'une batterie d'échelles limnimétriques de 08 éléments installés en rive droite. Le 19 Avril 1969 un limnigraphe a été mis en fonctionnement. Le 18 avril 1970, le premier et le dernier élément ont été déplacés en rive gauche et calés au même zéro. Les débits d'étiages sont influencés par les prélèvements en amont pour l'irrigation du périmètre rizicole de Banzon. Les 20 et 21 mai 1987, la station a été équipée d'une plate-forme de rassemblement des données (PRD) à télétransmission satellitaire. Ce dispositif a été installé à la place du limnigraphe OTT X, il comprend un limnigraphe à flotteur de réduction 1/20 et une balise ARGOS permettant la transmission par satellite des données recueillies, l'énergie étant fournie par un panneau solaire. Depuis 1994, ce système de télétransmission satellitaire n'était plus fonctionnel.

Du 22/06 au 26/06/2015 une PCD (Plateforme de Collecte de Données) SUTRON a été installée avec l'appui de l'Autorité du Bassin de la Volta (ABV). Cette PCD est un enregistreur automatique à télétransmission satellitaire METEOSAT.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1969 à 1981, on compte 83 jaugeages qui ont permis de tracer trois courbes d'étalonnage successives. La dernière, applicable à partir d'octobre 1974, rectifie la courbe dans les basses eaux inférieures à 1,30 m, au-dessus de 5,90 m (100 m³/s) où commencent les débordements avec des débits de crue mal connus. En 1983, sept jaugeages ont été effectués et la courbe est révisée le 31 janvier ; elle est utilisée pour traduire les débits de 1980, 81 et 82, à la suite des basses eaux 83-84, une nouvelle révision est intervenue pour $-0,4 < H < 0$ m ; elle est utilisée pour traiter les données des années 1983 à 1986.

Une révision des étalonnages des stations du Mouhoun intervenue en novembre – décembre 1995 a conduit à l'établissement d'une seule courbe de tarage : valable du 01/01/55 jusqu'à nouvel ordre définie entre -35 cm et 650 cm.

De 1995 à 2017 le Service Hydrologique National (SHN) a effectué plus de 50 jaugeages entre les cotes -32 cm et 543 cm.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Samendeni (Figure 1.26). En 2017, les apports ont connu une hausse à partir du 12 Mai. Par la suite on a enregistré une série de crues et le maximum journalier atteint est de 35.0m³/s le 27 Août. A partir de cette date on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum journalier de 0.729 m³/s le 29 Octobre.

Comparé au maximum journalier de l'année précédente qui est de 141 m³/s, celui de 2017 est très déficitaire pratiquement le quart de l'année précédente. On observe un débit identique minimal de 0,025 m³/s pour les deux années. Le module de 2017 est de 4.00 m³/s correspondant à un volume écoulé de 1126.1 millions de m³(

Figure 1.28). Il est strictement inférieur à celui de 2016 qui est de 19.2m³/s (606.437 millions de m³) et à la moyenne inter annuelle 1955-2017 qui est de 14.85 m³/s (468.310 millions de m³). Cette baisse caractéristique s'explique par la mise en eau le 07 Juillet 2017du barrage de Samendeni situé en amont de la Station Hydrométrique. Le tableau ci-dessous résume les écoulements observés (Tableau 1.11).

Tableau 1.11 : Ecoulement à la station de Samendeni

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1970-2017)	2016	2017	IA (1970-2017)
Samendeni	4580	63	19.2	4.00	14.9	606.4	126.1	468.3

La figure suivante illustre les écoulements au niveau de la station.

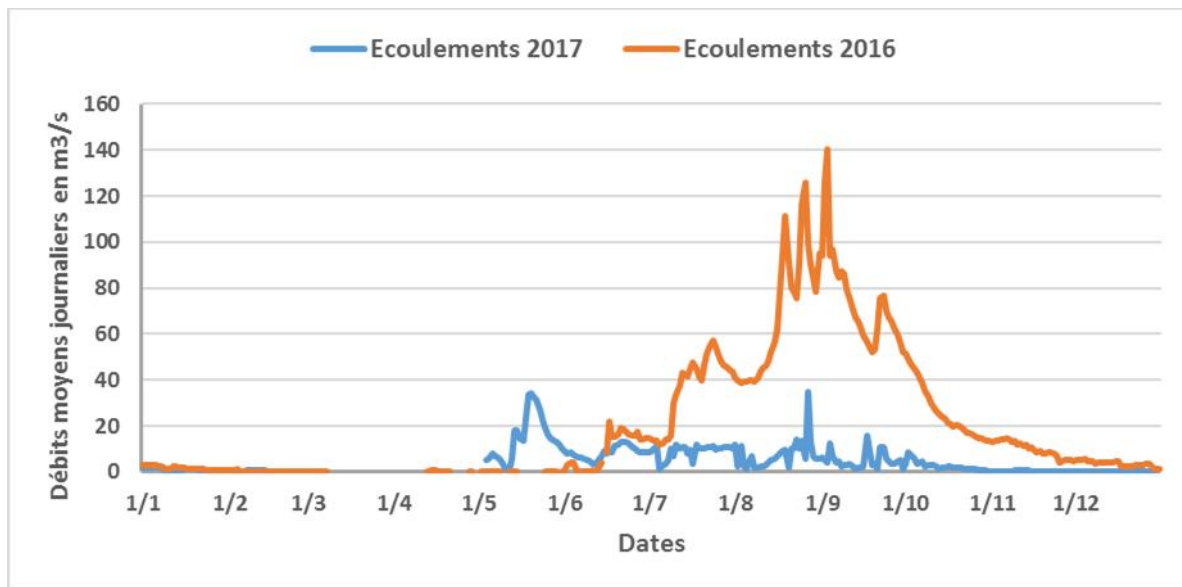


Figure 1.26 : Hydrogrammes 2016 et 2017 du Mouhoun à Samendeni

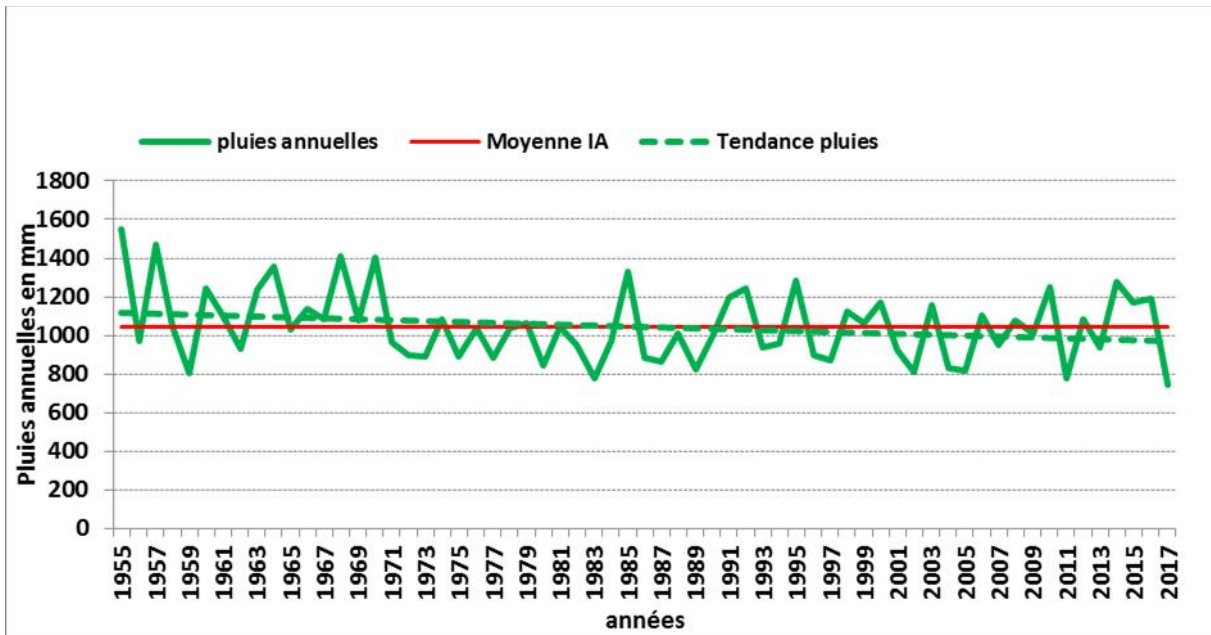


Figure 1.27 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017

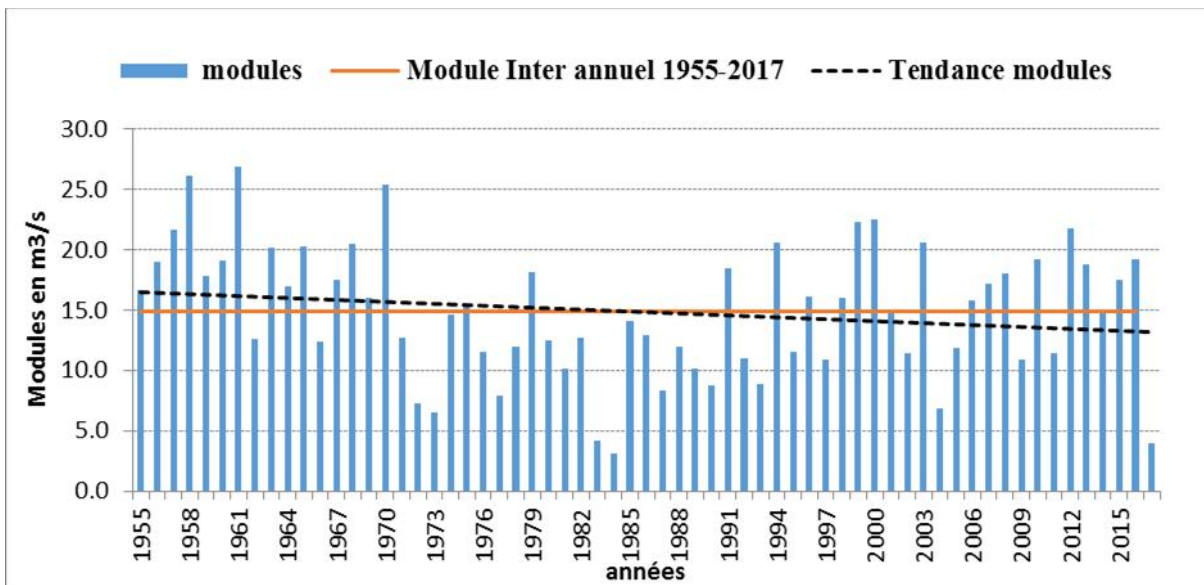


Figure 1.28 : Evolution des modules du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017

La lame d'eau écoulee en 2017 est de 27.54 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 3.69% calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 747 mm sur le bassin versant de la station. Le coefficient d'écoulement calculé n'a pas de signification hydrologique compte tenu de la présence du barrage de Samendeni en amont.

Les coefficients d'écoulement de 2016 et de la moyenne Inter Annuelle (IA) 1955-2017 sont respectivement de 11.1% et 10.64 %.

De 1955 à 2017, les modules ont varié entre 3,2 m³/s en 1984 et 26,8 m³/s en 1961. On observe sur la même période une légère tendance à la baisse des modules. La même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1.29) fait apparaître 03 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1970 ;
- une persistance de la sécheresse de 1971 à 1993 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches à dominance humide de 1994 à 2017.

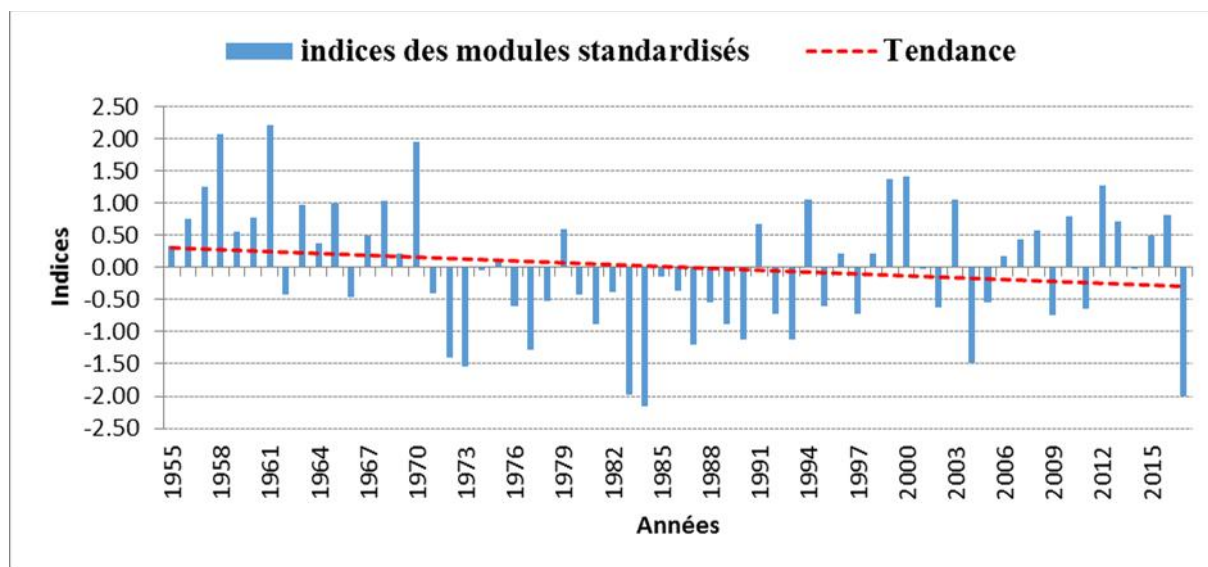


Figure 1.29 : Indice des modules standardisés du Mouhoun à Samendeni de 1955 à 2017

4.2.3.2 Le Mouhoun à Boromo

a) Caractéristiques

Code IRD (ORSTOM)	1202700208
Coordonnées (GPS)	Latitude 11°46'50,1"N – Longitude 02°34'48,0"W
Bassin versant	37000 km ² (sans le bassin de Sourou)
Date d'installation	28 mars 1955
Equipement	Limnimètre composé de E 0-1 sur IPN, E 1 à 4 et E 4 à 9 sur les piliers du pont. Enregistreur numérique Thalimèdes (11 avril 2013) Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10
Repère	IGN : rivet à l'altitude 251,459 m sur la culée rive droite du pont.
Zéro de l'échelle	13,48 m sous le repère. Altitude : 237,98 m

b) Historique

La première batterie d'échelles (1-9 m) installée en 1955 au pont de la route Ouagadougou-Bobo Dioulasso sur le Mouhoun n'a pratiquement pas été modifiée depuis cette installation. Elle a été complétée en 1973 par un élément de basses eaux, E 0-1. Un limnigraphe a été installé en mai 1976 sur une gaine PVC de 14 mètres de hauteur. En 1982, toute la batterie

a été remontée de 3,00 cm après un nivellement de contrôle. Le fond du puits du limnigraphe a été abaissé et relié au lit mineur d'étiage par une conduite PVC.

Jusqu'en 1976, les débits d'étiage étaient influencés par les prélèvements des hauts bassins (Banzon, Vallée du Kou). De 1976 à juillet 1984, l'écoulement en étiage est influencé par les lâchers aux vannes de LERI. A partir du 28 juillet 1984 (mise en eau du canal de Mouhoun-Sourou), les débits sont influencés en permanence par le jeu de réserve dans le Sourou.

L'élément E O-1 a été arraché au cours du mois de mars 1987.

Le 11 avril 2013, un module angulaire OTT THALIMEDES a été installé et couplé avec le limnigraphe OTTX dans le cadre du programme Millenium Chalenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

c) Jaugeages et étalonnages

De 1955 à 1981 on compte 90 jaugeages qui présentent peu de dispersion. La première courbe d'étalonnage a été utilisée de 1955 à 1980.

Le plus fort débit jaugé est de 151 m³/s pour une hauteur à l'échelle de 6,62 m le 25/09/56. Les plus hautes eaux observées se sont présentées les 14 et 15 septembre 1962 à 7,94 m.

A partir de 1980 une tendance vers un léger déplacement de la courbe s'est manifestée et s'est confirmée en 1981. Une nouvelle courbe a été adoptée à partir de 1981. Elle donne des débits de 20% inférieurs à la précédente. Onze (11) jaugeages ont permis de maintenir cette courbe en 1983.

A la suite de l'étiage 84-85, un nouveau barème (N° 3) est établi ; c'est le barème N°1 (1985) modifié pour H < 120 cm. Elle est valable à compter du 01/07/84.

Douze jaugeages ont été réalisés en 1985 et dix en 1986.

De 1985 à 2017, plus de 70 jaugeages ont été effectués. Le plus fort débit jaugé est de 296 m³/s pour une hauteur de 8,38 m le 24/08/1999.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Boromo (Figure 1.30). La période d'étiage s'étale du 1er janvier au 15 mai 2017 avec un débit moyen de 13,0 m³/s. En 2017 on situe le début des apports à partir du 16 mai 2017. Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 104 m³/s le 04 Septembre 2017. A partir de cette date, on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum journalier de 15.1 m³/s du 28 Novembre au 31 Décembre 2017.

Comparé au maximum journalier de l'année précédente, celui de 2017 est déficitaire. Le graphique suivant nous donne un aperçu des écoulements à la station du Mouhoun à Boromo pour les années 2016 et 2017.

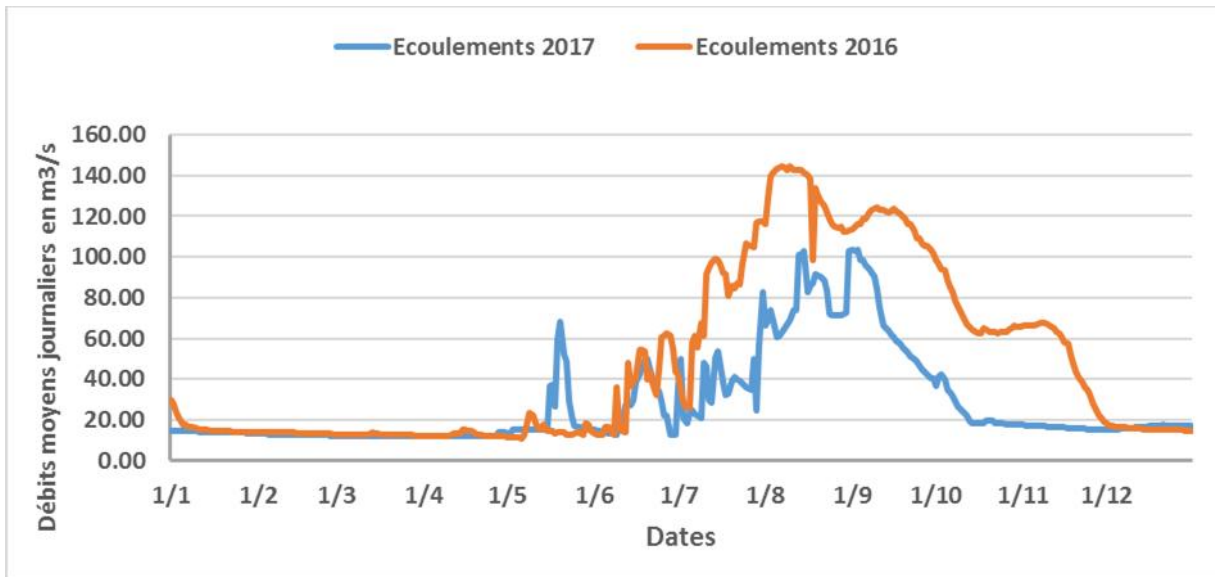


Figure 1.30 : Hydrogrammes du Mouhoun à Boromo 2016 et 2017

Le module de 2017 est de 28,4 m³/s correspondant à un volume écoulé de 895,5 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui est de 48,6 m³/s soit 1532,8 millions de m³ et inférieur à la moyenne Inter annuelle 1955-2017 qui est de 34,4 m³/s équivalent à un volume de 1083,6 millions de m³ (Figure 1.32). Ci-dessous résumés dans le tableau les débits et volumes écoulés.

Tableau 1.12 : Ecoulement à la station de Boromo

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1970-2017)	2016	2017	IA (1970-2017)
Boromo	37000	63	48.6	28.4	34.4	1532.8	895.5	1083.6

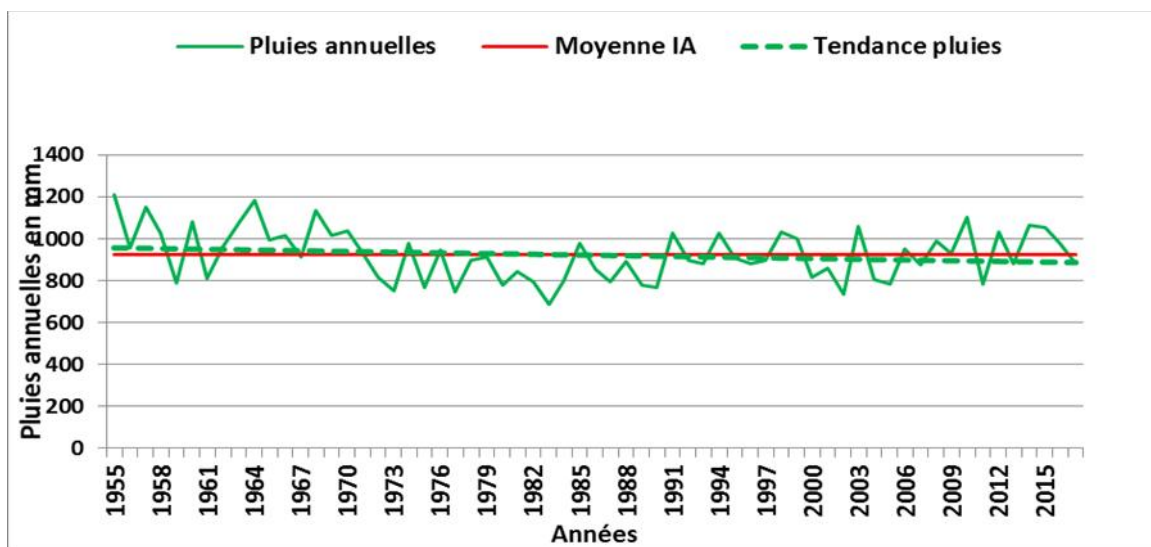


Figure 1.31 : Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017

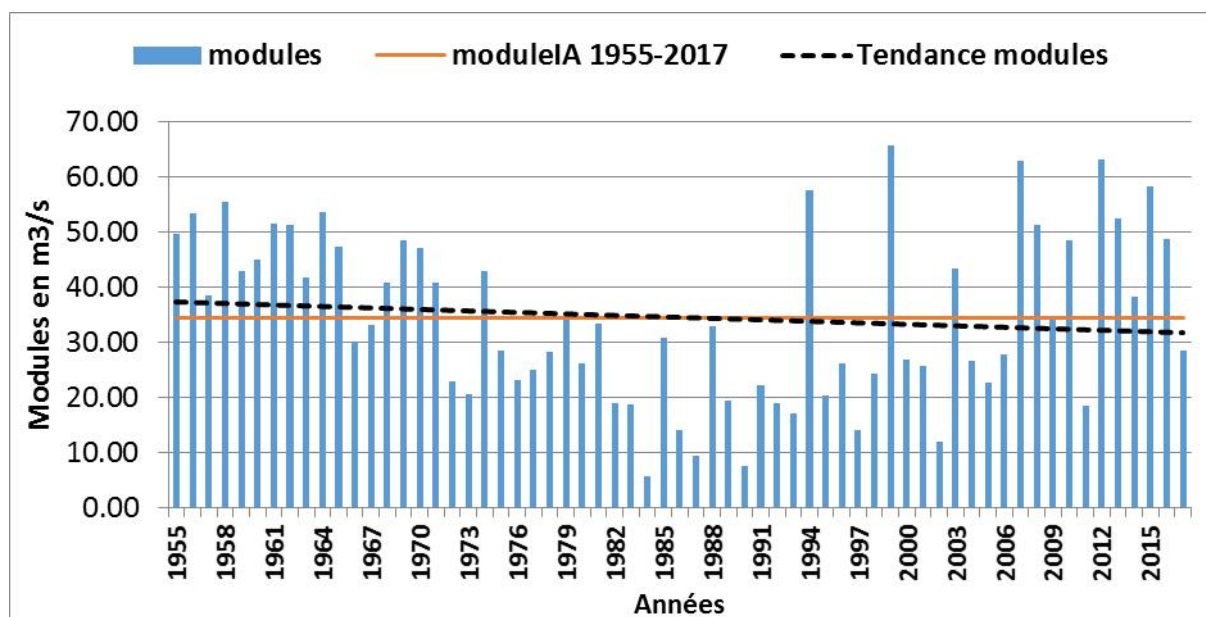


Figure 1.32 : Evolution des modules du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017

La lame d'eau écoulée en 2017 est de 24.2 mm pour un coefficient d'écoulement (K_e) de 2.74% calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 882 mm sur le bassin versant de la station.

Les coefficients d'écoulement de 2016 et de la moyenne IA 1955-2017 sont respectivement de 4,24% et 3,17 %.

De 1955 à 2017, les modules ont varié entre 5,72 m³/s en 1984 et 65,6 m³/s en 1999. On observe sur la même période une légère tendance à la baisse des modules. La même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1.33) fait apparaître 04 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 2006 ;
- un retour à une période humide de 2007 à 2017 marquée par deux années sèches 2011 et 2017.

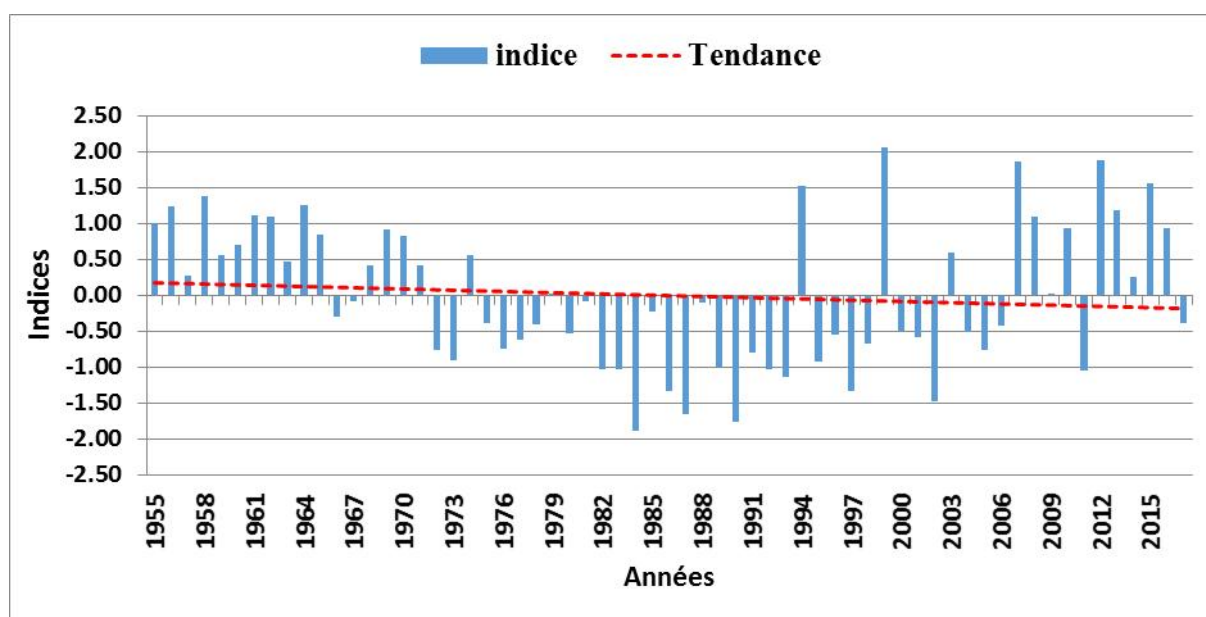


Figure 1.33 : Indices des modules standardisés du Mouhoun à Boromo de 1955 à 2017

4.2.3.3. Le Mouhoun à Dapola

a) Caractéristique

Code IRD (ORSTOM)	120270 0211
Coordonnées (GPS)	Latitude 10°33'39.1''N – Longitude 02°54'45,0" W
Bassin versant	67000 km ² (sans le bassin de Sourou)
Date d'installation	1956.
Équipement	Limnimètre composé de 11 éléments métriques sur 7 supports IPN de 0 à 11 m. Élément négatif installé le 16/02/81. Nouvelle batterie de 0 à 4 m installé le 16/04/85 sur la gaine du limnigraphe. Limnigraphe OTT X installé le 16/02/85 a été noyé et n'a pas été réhabilité. Enregistreur numérique à pression CBS/DuoSens installé le 24/04/2013
Repère	Borne SH
Zéro de l'échelle	11,443 m sous le repère. Altitude : environ 228 m. Nouvelle borne SH (janvier 2013) avec Zo=11,389 m

b) Historique

La station a été créée en juillet 1956 par le Service de l'Hydraulique et placée en rive droite du Mouhoun au bout de la piste TIANKOURA-NAKO-DAPOLA. Elle est voisine de la station Ghanéenne de LAWRA en rive gauche. Un élément négatif a été installé le 16/02/81.

En avril 1985, l'équipement a été complété par un limnigraphe installé au pied d'un arbre à 50 m environ de l'élément négatif, en rive droite. L'échelle étant ensablée régulièrement, un nouvel élément E 0-1 a été placé au pied de la gaine du limnigraphe et trois autres éléments (1 à 4 m) sur la gaine elle-même. Le zéro de l'élément E 0-1 a été calé sur le 600 de l'élément négatif E 5-6.

A partir du 28 juillet 1984, date de la mise en eau du canal Mouhoun-Sourou, les débits sont influencés par le jeu de réserve dans le Sourou.

Le limnigraphe placé sur une tour en avril 1986 a été noyé.

Un enregistreur numérique de capteur à pression OTT CBS avec enregistreur DuoSens a été installé le 24/04/2013 en rive droite à 100 m du passage à gué et à 50 m environ de la berge, non loin des échelles dans le cadre du programme Millenium Challenge Account Burkina Faso (MCA-BF).

Un observateur y suit les variations journalières des niveaux d'eau.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1956 à 1976, 27 jaugeages ont été exécutés. La section est stable et l'unique courbe d'étalonnage adoptée pour la période d'observation est assez bien définie.

Le débit maximum observé le 10 août 1963 à une cote voisine de 11 m est estimé à 1050 m³/s. Le plus grand débit jaugé est 520 m³/s pour H= 7,045 m le 03/10/1956.

Par la suite, et à partir de 1976, on observe un léger décalage de la courbe vers le bas ; il a fallu attendre plusieurs années avant de pouvoir déterminer cette nouvelle courbe qui prend effet en 1976.

Il y a eu 3 jaugeages en 1983, 7 en 1984, 5 en 1985 et 12 en 1986.

De 1987 à 2017, une trentaine de jaugeages ont été effectués. Le plus grand débit jaugé est 409 m³/s pour H= 7,34 m le 16/10/2001 au cours de cette période.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont permanents à la station de Dapola (Figure 1.34). En 2017 on situe le début des apports à partir du 20 mai 2017. Les écoulements ont suivi une hausse continue pour atteindre un maximum journalier de 434 m³/s le 07 septembre 2017. A partir de cette date on a observé une décrue qui va jusqu'à un minimum journalier de 7,15 m³/s le 22 décembre.

Comparé au maximum journalier de l'année précédente, celui de 2017 est déficitaire.

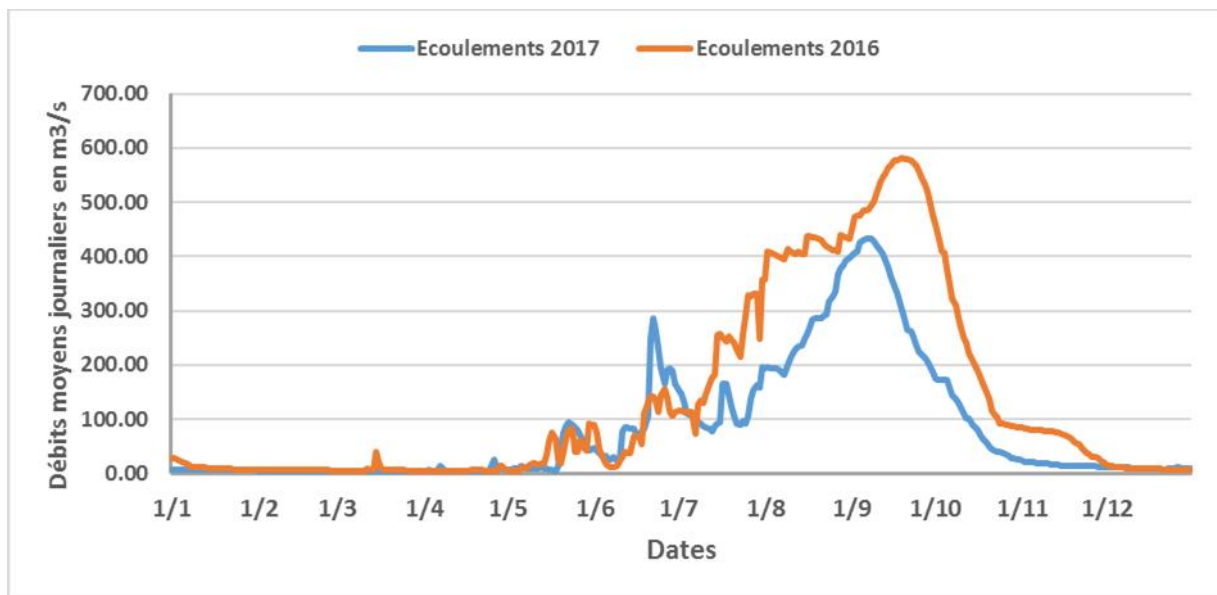


Figure 1.34 : Hydrogrammes du Mouhoun à Dapola 2016 et 2017

Le module de 2017 est de 82.4 m³/s correspondant à un volume écoulé de 2599.8 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui est de 130.9 m³/s (4129,1 millions de m³) et inférieur à la moyenne Inter annuelle 1955-2017 qui est de 99,5 m³/s (3137.7 millions de m³) (Figure 1.36). Le tableau suivant résume les écoulements de la station en 2016 et 2017.

Tableau 1.13 : Ecoulement à la station de Dapola

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1970-2017)	2016	2017	IA (1970-2017)
Dapola	67000	63	130.9	82.4	99.5	4129.1	2599.8	3137.7

La lame d'eau écoulée en 2017 est de 38.80 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 4.28% calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 906.40 mm sur le bassin versant de la station.

Les coefficients d'écoulement de 2016 et de la moyenne IA 1955-2017 sont respectivement de 6.11% et 4,87 %.

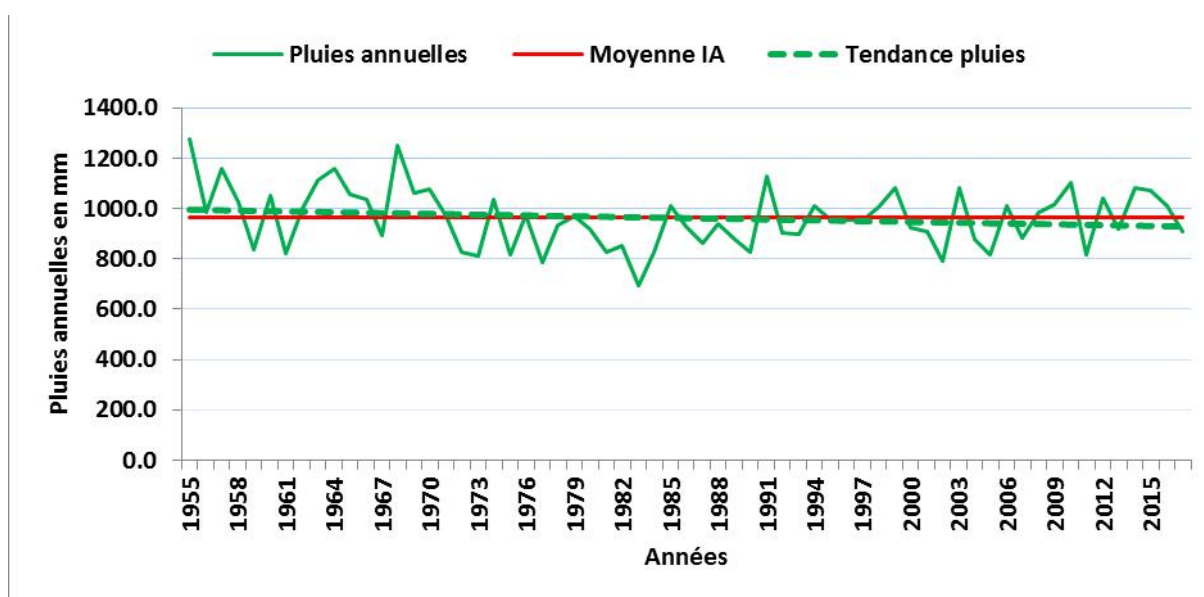


Figure 1.35 : Evolution des pluies sur le bassin du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2017

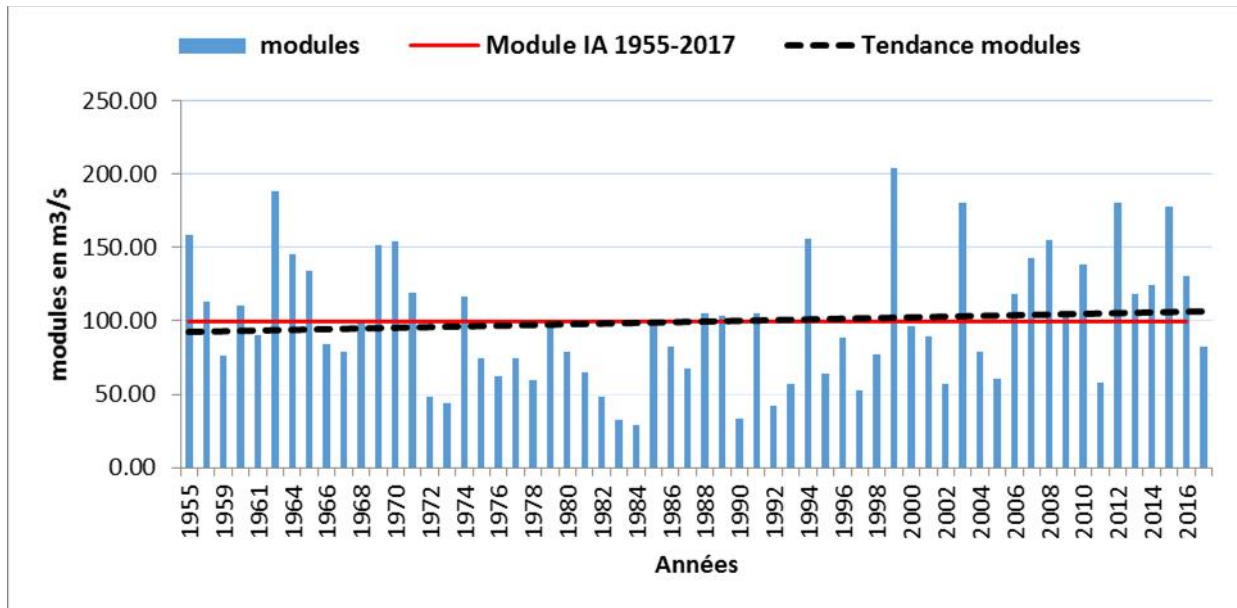


Figure 1.36 : Evolution des modules du Mouhoun à Dapola de 1955 à 2017

De 1955 à 2017, les modules ont varié entre 29,2 m³/s en 1984 et 204 m³/s en 1999. On observe sur la même période une légère tendance à la hausse des modules et une légère tendance à la baisse des cumuls pluviométriques annuels.

L'interprétation du graphique des indices des modules standardisés (Figure 1.37) fait apparaître 04 périodes bien distinctes :

- une période humide de 1955 à 1971 ;
- une persistance de la sécheresse de 1972 à 1998 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1998 à 2017 avec une tendance d'un retour à une période humide à partir de 2006 .

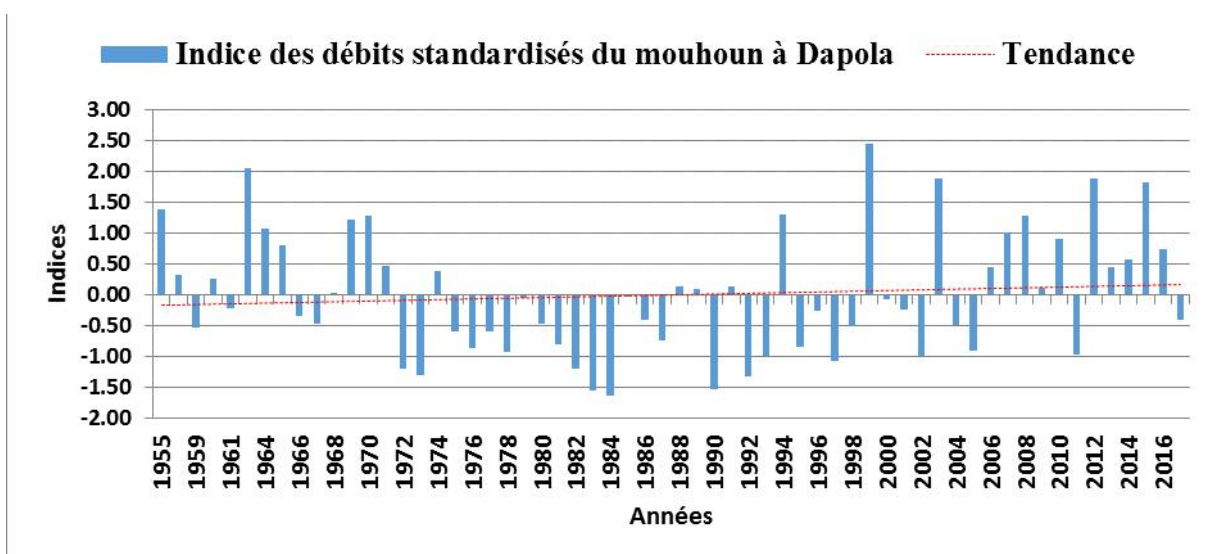


Figure 1.37 : Indices des modules standardisés du Mouhoun à Dapola

4.2.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées

4.2.4.1 Le Sourou à Yaran

a) Caractéristiques

Code IRD(ORSTOM)	1202702205
Coordonnées	Latitude 12° 58' 48.8''N – Longitude 03° 26'49.4'' W
Bassin Versant	20000 Km ² (un sans le Sourou ; voir note plus loin).
Date d'installation	1955
Repère	Borne SH, 95 et 95b
Zéro de l'échelle	2,66 m sous le repère SH
	2,36 m sous le repère 95
	2,68 m sous repère 95b
	Altitude 248,44 m (recalage de 1986)
Équipement	Limnimètre de -1 à 4 m en 5 éléments, dont un négatif installé le 08/07/82.

b) Historique

La station est située en rive gauche près du village de Yaran. Les cotes, lues une fois par jour par un observateur, permettent de suivre le remplissage et la vidange de la retenue du Sourou créée par le barrage de Léry.

Le 16 Février 1984, un nivellement donne une cote de 248,18 m pour le zéro contre 248,44 m auparavant. Un recalage des échelles a été effectué en 1986.

Comme en 1986, la cote maximale atteinte en 1987 a été de 3,12 m soit un volume de 231 millions de m³.

Le Sourou était à l'état naturel un affluent-défluent du Mouhoun.

Pendant la crue du Mouhoun, l'écoulement se faisait dans le sens Mouhoun-Sourou et s'inversait à la décrue.

En 1976, ont été construits sur le Sourou, à environ 200 m en amont du pont de Léry, une digue en terre et un ouvrage de contrôle équipé de 4 vannes levantes. En amont de ce barrage on a ainsi créé une retenue qui submerge la vallée du Sourou en hautes eaux. A ce stade d'aménagement, le fonctionnement était le suivant :

- en saison des crues, le Mouhoun refoulait dans la vallée du Sourou. Les eaux franchissaient le barrage par les vannes grandes ouvertes ;
- lorsque la crue du Mouhoun atteignait son maximum, les niveaux d'eau au confluent, au pont de Léry et dans le Sourou étaient sensiblement identiques ; il s'agissait alors de fermer les vannes ;
- lorsque le Mouhoun amorçait sa décrue, la cuvette du Sourou ne pouvait plus se vidanger comme à l'état naturel.

En 1984 a été réalisée la deuxième phase de l'aménagement du Sourou :

- une digue a été édifée sur le Mouhoun, en amont de la confluence avec le Sourou ;
- un canal de dérivation prend l'eau du Mouhoun et l'amène dans le Sourou en amont du barrage-vanne de Léry.

Ce dispositif qui détourne l'intégralité des eaux du Mouhoun permet donc de contrôler le débit d'alimentation de la retenue en n'étant plus tributaire des crues du Mouhoun pour établir une pente favorable. En fonction du réglage des vannes de Léry, une bipartition s'établit entre l'eau qui va vers la retenue du Sourou et celle qui rejoint le Mouhoun au confluent.

Cet aménagement a bien sûr modifié le régime de la rivière ; les débits des stations situées à l'aval du barrage seront donc maintenant influencés en permanence et non plus seulement en décrue. Cette influence décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Sourou, le bassin versant à l'aval de Léry prenant de plus en plus d'importance dans le processus de génération de l'écoulement. Afin de répondre aux besoins des usagers situés en aval, le débit lâché aux vannes de Léry doit être au minimum de 3 à 4 m³/s en étiage.

c) Analyse du remplissage du barrage du Sourou

Au 31 décembre 2017 le volume était de 333 millions de m³, soit 54.81 % de sa capacité maximale contre 440,35 millions de m³, soit 72.43 % de sa capacité maximale en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Figure 1.38, Tableau 1.14).

Du point de vue des niveaux de remplissage maximum, le coefficient de 2017 est de 84.12 % contre 106.99 % en 2016.

La situation de 2017 est déficitaire de 107 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

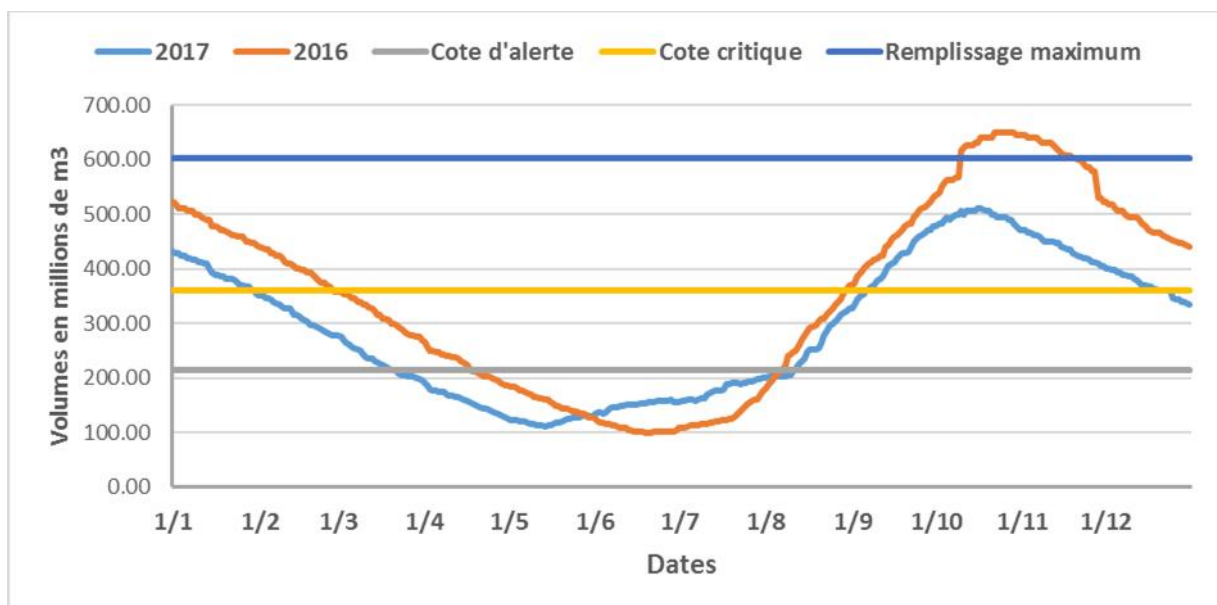


Figure 1.38 : Evolution des volumes d'eau stockés au barrage du Sourou à Yaran

Tableau 1.14 : Volumes caractéristiques stockés du barrage du Sourou à Yaran entre 2016 et 2017

	2016			2017			dv 2017- 2016 (Mm ³)
	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissag e (%)	Volume (Mm ³)	Date	Coefficient de remplissag e (%)	
Volume au 1er janvier	523	01/01/2016	85.98	432	01/01/2017	70.98	-91.2
Volume maximal stocké	651	22 au 29/10/2016	106.99	511	16 au 17/10/2017	84.12	-139.1
Volume minimal stocké	99.5	9 au 21/06/2016	16.36	111	14/05/2017	18.28	12
Volume au 31 décembre	440.35	31/12/2016	72.43	333	31/12/2017	54.81	-107
Nombre de jours de déversement	40			0			

La chronique des volumes maximaux de 2008 à 2017 est représentée sur le graphique ci-dessous (Figure 1.39). On note une légère tendance à la hausse des volumes maximaux sur les 10 dernières années.

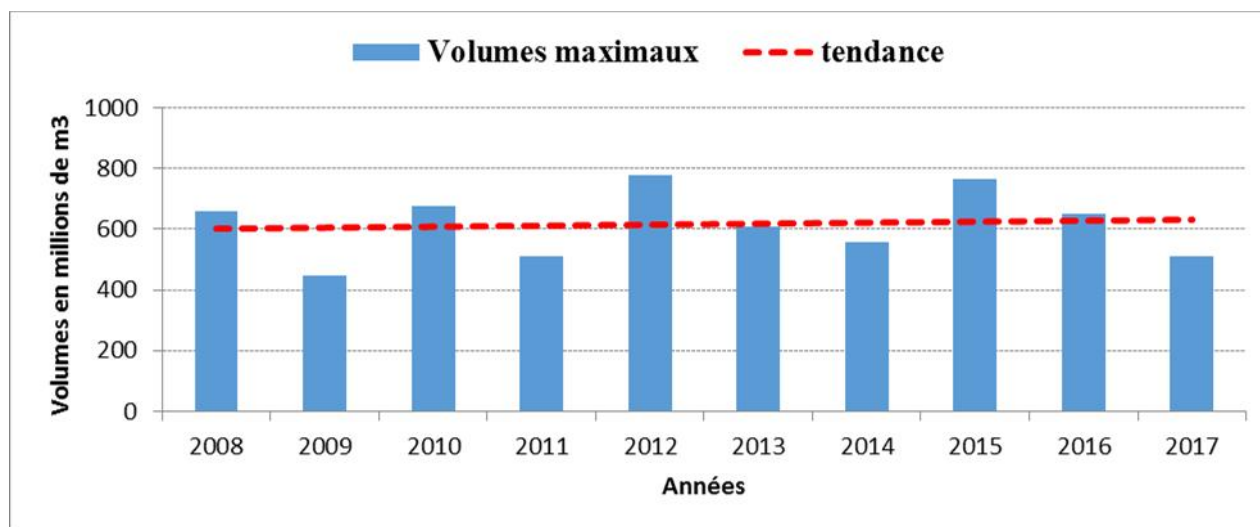


Figure 1.39 : Volumes maximaux stockés au barrage du Sourou à Yaran de 2008 à 2017

La chronique des volumes minimaux du barrage du Sourou à Yaran sur les dix dernières années est représentée sur le graphique de la Figure 1.40. Ces volumes ont varié de 36,101 Millions de m³ en 2008 à 134,954 Millions de m³ en 2011.

La tendance des volumes minimaux est à la hausse.

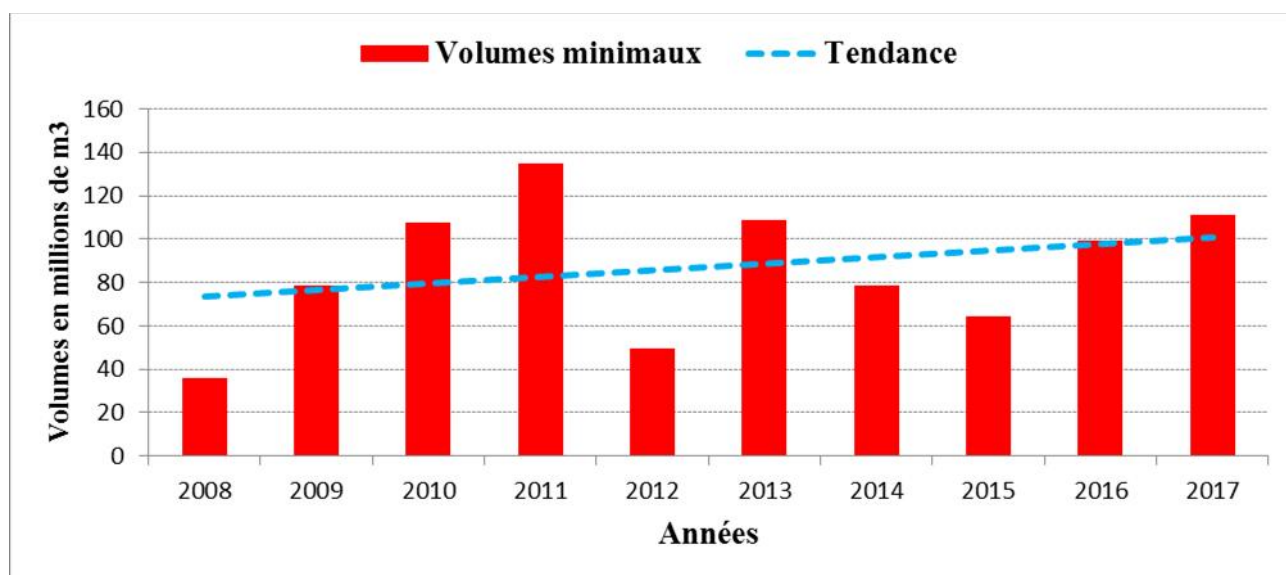


Figure 1.40 : Volumes minimaux stockés au barrage du Sourou à Yaran

Observations d'ordre général pour les stations situées en aval du barrage de Samendeni.

Il faut retenir que pour toutes les stations situées en aval du barrage de Samendeni, les comparaisons des écoulements ou des remplissages entre 2017 et 2016 n'ont pas vraiment de signification hydrologique. En effet, la construction de ce barrage et sa mise en eau en juillet 2017 modifie du coup le comportement hydrologique du bassin du Mouhoun.

4.3. Bassin du Nakanbé

4.3.1. Pluviométrie

Le bassin versant national du Nakanbé s'étend du Nord au Sud et traverse les 03 zones climatiques du pays :

la zone sahélienne : elle est située au-dessus du parallèle 14°N et a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 300 et 600 mm. Dans cette zone , les précipitations durent environ 3 mois;

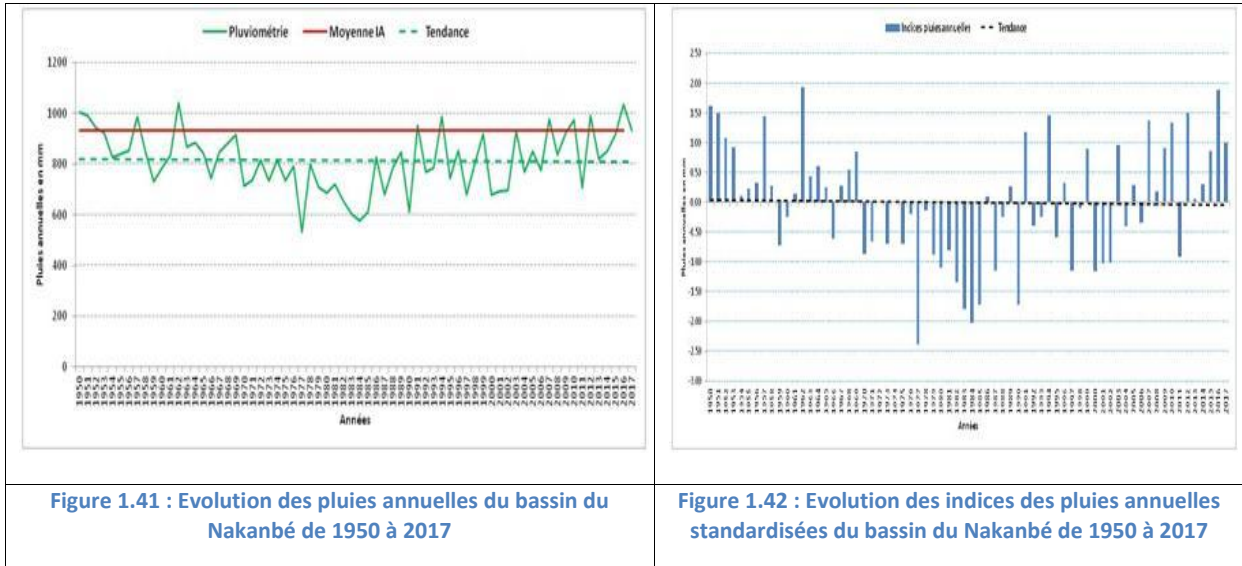
la zone soudano sahélienne : elle a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm et est située entre les parallèles 11°30' et 14°N. Les précipitations durent 4 à 5 mois dans cette zone;

la zone soudanienne : elle a une pluviosité annuelle moyenne comprise entre 900 et 1200mm et est située au sud du parallèle 11°30'N. Dans cette zone, les précipitations durent 6 à 7 mois.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une très légère tendance à la hausse (Figure 1.41) En outre, on constate une recrudescence peu significative des pluies.

L'interprétation du graphique des indices des pluies annuelles (Figure 1.42) fait apparaître quatre périodes distinctes:

- deux périodes humides de 1950-1969 et de 2008 -2017;
- une longue période sèche de 1970-1990 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1991-2007.



4.3.2. Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin

Le bassin versant national du Nakanbé (Figure 1.43) couvre environ 30% du territoire avec une superficie de 81 932 Km². C'est le bassin le plus peuplé du pays avec un nombre important d'ouvrages hydrauliques et d'unités industrielles. Ce bassin n'a pas de cours d'eau

pérennes. Le Nakanbé est subdivisé en 04 sous bassins : le Nazinon, la Sissili, la Pendjari et le Nakanbé.

Le réseau du suivi hydrométrique du bassin versant national du Nakanbé compte trente deux (32) stations dont dix-huit (18) à volume et quatorze (14) à débit.

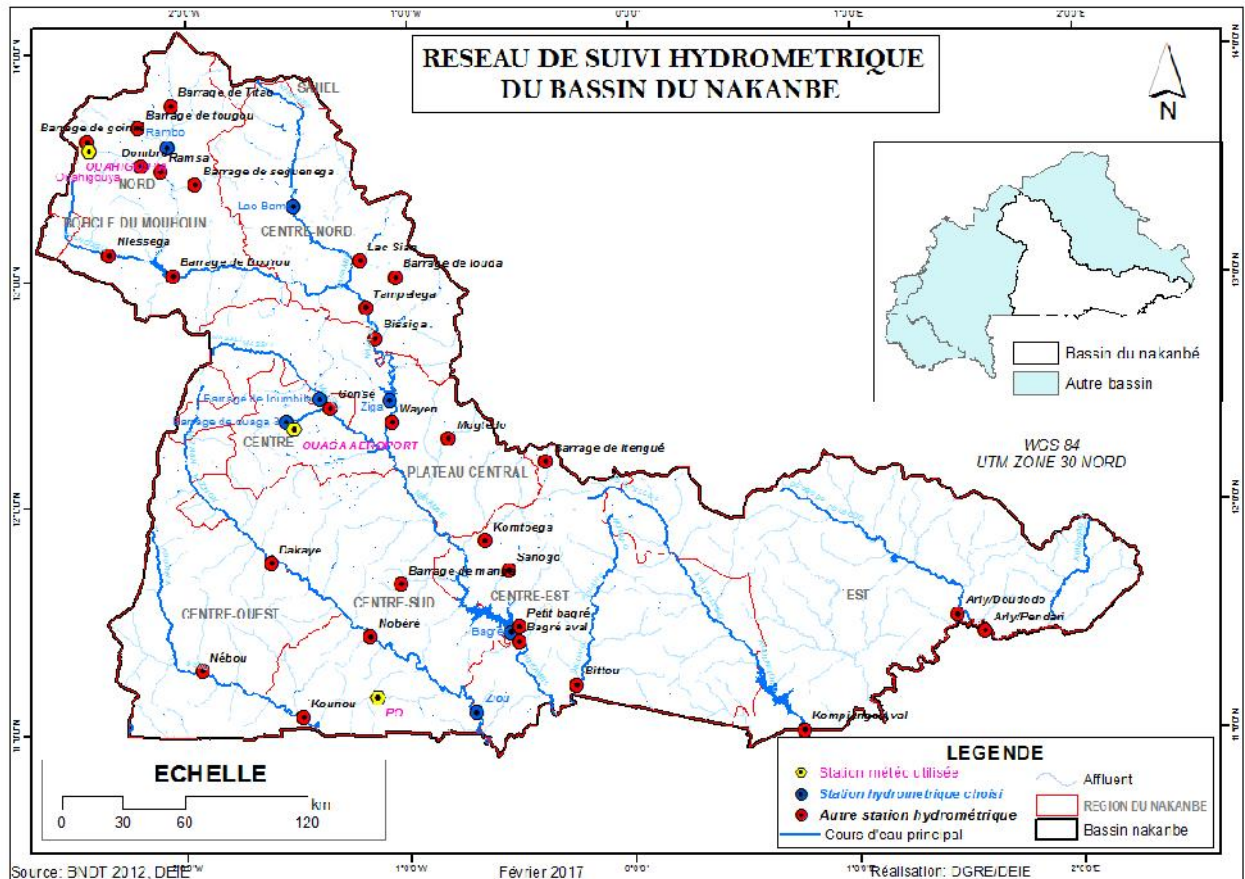


Figure 1.43 : Carte du réseau de suivi hydrométrique du bassin du Nakanbé

4.3.3. Situation des écoulements dans le bassin

4.3.3.1. Rambo

a) Les caractéristiques de la station

Code IRD(ORSTOM)	: 1202700114
Coordonnées GPS	: Latitude 13° 35' 51,9''N -Longitude 02° 04' 52,4''W
Bassin Versant	: 2375 km ²
Date d'installation	: Échelles : 1982 Limnigraphe : 27/08/82, déplacé le 03/07/83
Repère	: Borne SH en rive droite sous un arbre près du sentier à 80 cm de E ₃₋₄ (08/05/82) Le 01 juin 2016 une nouvelle borne SH a été installée par la mission de réfection.
Zéro de l'échelle	: 3,347 m sous le repère (13/03/86) Le zéro de l'échelle est à 1,858 m sous ce repère (mission 01/06/16)
Équipement	: Limnimètre E ₀₋₁ , E ₁₋₂ , E ₂₋₃ , E ₃₋₄ . Limnigraphe à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10, non fonctionnel.

b) Historique

Située en tête de bassin, en aval du radier de la route RAMBO-DONSSARE, à environ 3,5 km de Rambo, la station draine un sous bassin de 2375 km².

Le 27 août 1982, le premier limnigraphe fut installé, fixé à un arbre en rive gauche. Les échelles étaient à l'époque situées à l'aval du limnigraphe et comprenaient un E₀₋₁ au milieu du lit, un E₁₋₃ en rive gauche et un E₃₋₄ en rive droite.

Le 03 juillet 1983, le limnigraphe fut déplacé à l'aval immédiat de E₀₋₁, en rive droite et installé sur une tour de 3,90 m.

Le 07 juin 1984, l'élément E₁₋₃ a été déplacé et réimplanté dans l'alignement de E₀₋₁. Un nivellement de contrôle aboutit à la remontée de 82 mm de E₃₋₄ et donne une cote pour le zéro de 3,362m sous le repère.

Le 13 mars 1986 a été effectué le dédoublement de E₁₋₃ en deux éléments 1-2 et 2-3 qui ont été installés en rive droite, au droit de E₀₋₁. On constate d'autre part un changement de zéro causé par des dégâts à la borne ; le nouveau zéro de l'échelle est à 3,347 m sous le repère.

En 1987, l'enregistrement présente des lacunes en juin, juillet et août en raison de problèmes d'horloge.

Le Limnigraphe n'est plus fonctionnel à la date d'aujourd'hui. Cependant, le lecteur effectue régulièrement les lectures des niveaux d'eau à la station.

Le 01 juin 2016 une nouvelle borne SH a été installée par la mission de réfection. Le zéro de l'échelle est à 1,858 m sous ce repère.

c) Jaugeages et étalonnage

De 1983 à 2017, une quinzaine de jaugeages ont été effectués. La plus haute cote jaugée est de 2,15 m le 04/07/1985 pour un débit de 61,2 m³/s.

En 2017, il ya eu deux (02) jaugeages qui ont été faits aux cotes de 143 cm et 165 cm pour des débits respectifs de 3,53 m³/s et 17,1 m³/s. Il faut considérer ces deux (02) jaugeages avec beaucoup de prudence car la station est influencée en hautes eaux par le plan d'eau du barrage de GUITTI.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont tributaires de la pluviométrie à la station de Rambo.

A partir de 2017, le plan d'eau du barrage de GUITTI influence (effets de freinage) les écoulements à la station de Rambo. Un suivi est prévu pour la délocalisation de cette station.

Les écoulements ont commencé le 10 juin et ont pris en septembre 2017 (Figure 1.44). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues avec des pointes dont le maximum instantané de 52,1 m³/s a été observé le 16 juin de la même année.

Par contre en 2016, les écoulements ont commencé le 15 juin et ont pris fin le 20 septembre, on note également une succession de crues qui ont été enregistrées avec des pointes dont le maximum instantané de 46,5 m³/s a été observé le 22 juillet (Figure 1.44).

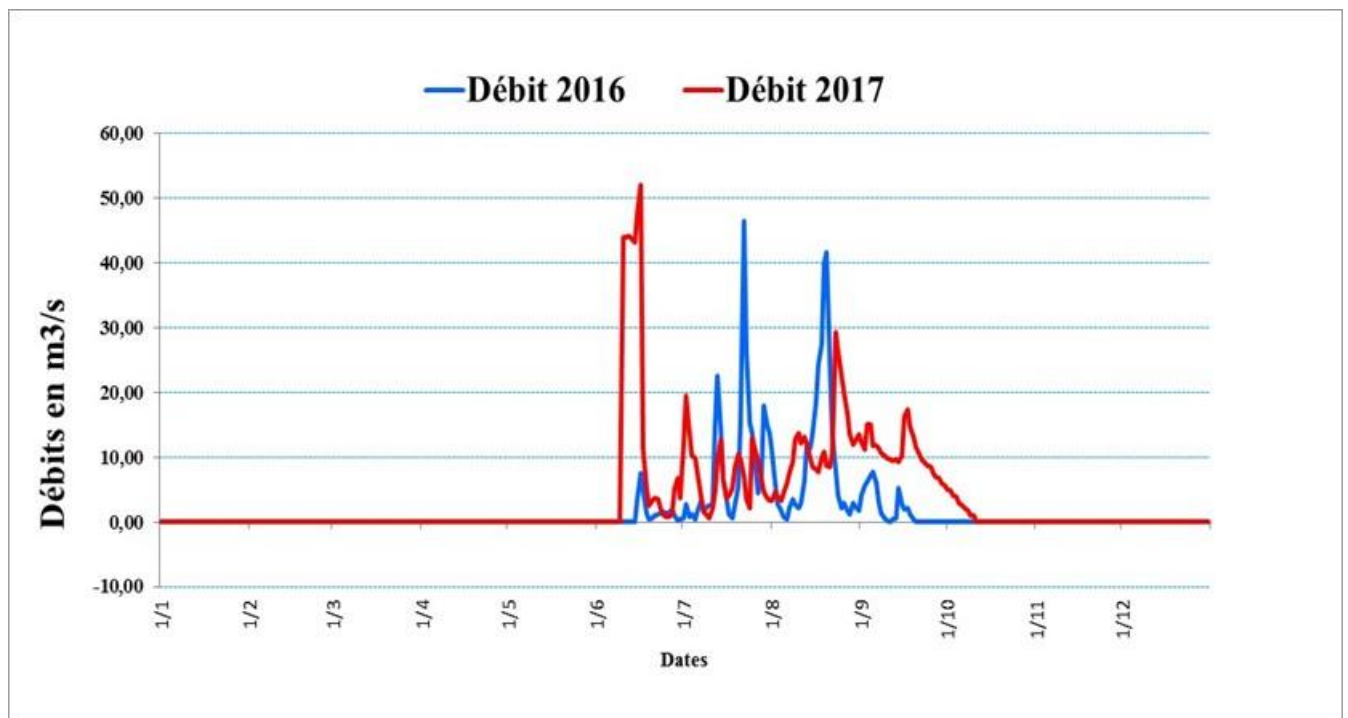


Figure 1.44 : Hydrogrammes du Nakanbé à Rambo 2016 et 2017

Le module de 2017 est de 3,54 m³/s correspondant à un volume écoulé de 111,6 millions de m³. Il est supérieur à celui de 2016 qui était de 2,22 m³/s pour 70,01 millions de

m³. Comparé au module interannuel (1983-2017) qui est de 1,67 m³/s pour 52,7 millions de m³, le module de 2017 est supérieur à celui de l'interannuel soit un excédent en volumes de 58,97 millions de m³ (Figure 1.46, Tableau 1.15).

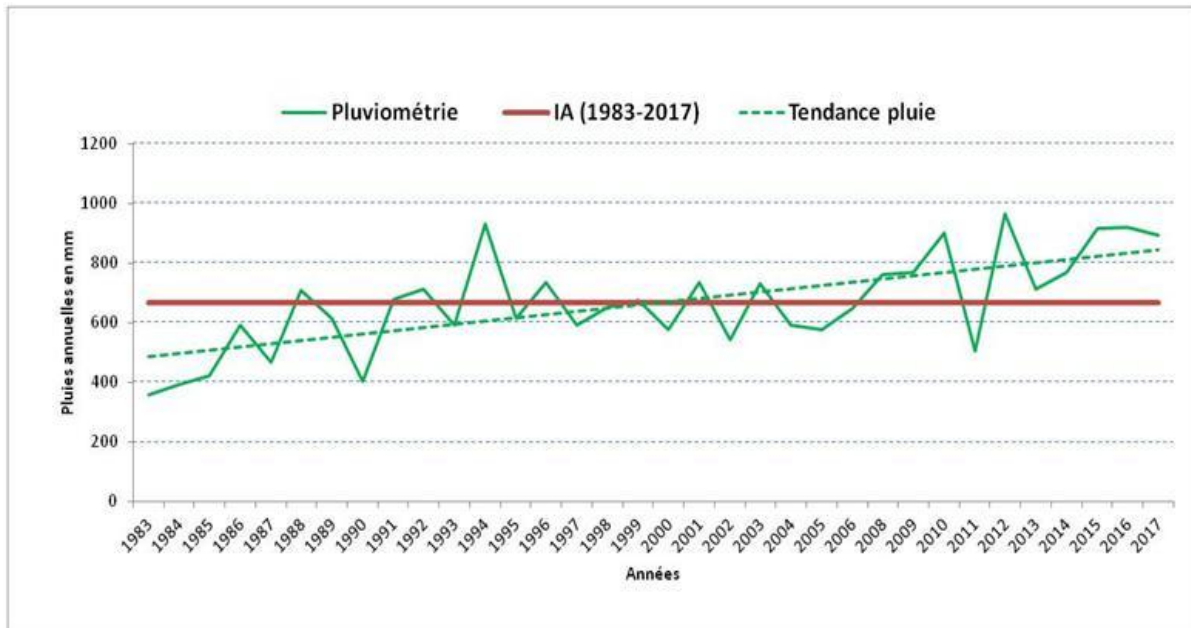


Figure 1.45 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017

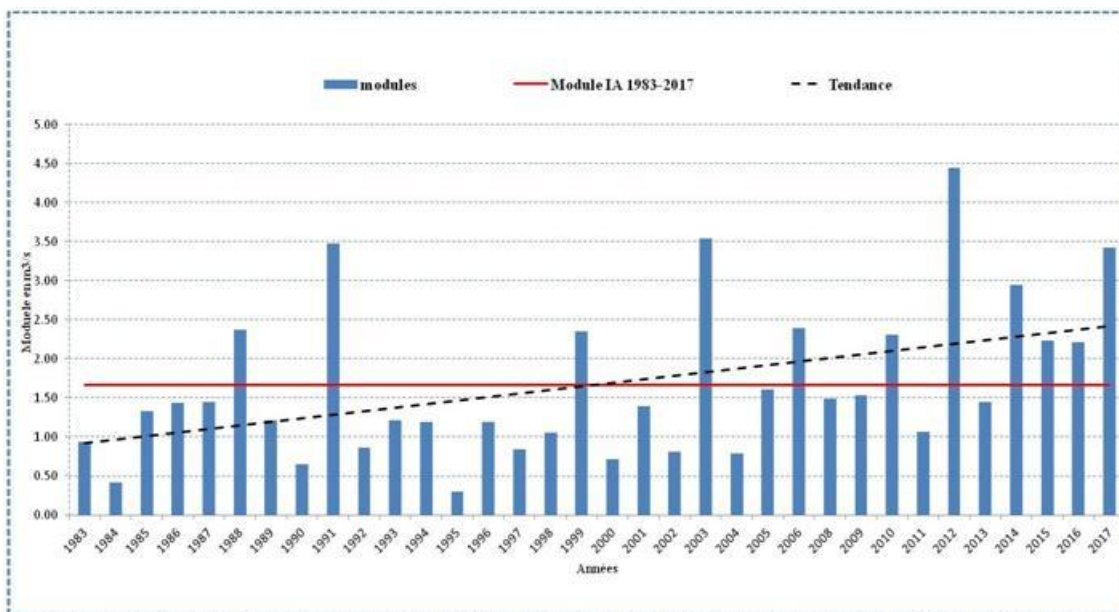


Figure 1.46 : Evolution des modules du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017

La lame d'eau écoulee (Le) en 2017 est de 47,01 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 5,28 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 891 mm sur le bassin versant de la station.

Notons que les coefficients d'écoulement (Ke) de 2016 et de la moyenne IA (1983-2017) sont respectivement de 3,2% et 3,33%.

Tableau 1.15 : Ecoulements du Nakanbé à Rambo

Station	Superficie du Bassin Versant (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1983-2017)	2016	2017	IA (1983-2017)
Rambo	2375	34	2016	2017	IA (1983-2017)	2016	2017	IA (1983-2017)
			2,22	3,54	1,67	70,01	111,6	52,7

Pour ce qui est des modules de 1983 à 2017, on note qu'ils ont varié entre 0,30 m³/s en 1995 et 4,5 m³/s en 2012.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1.47), fait apparaître trois périodes bien distinctes :

- une période sèche de 1983 à 2002 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 2003 à 2013 ;
- une période humide de 2014 à 2017.

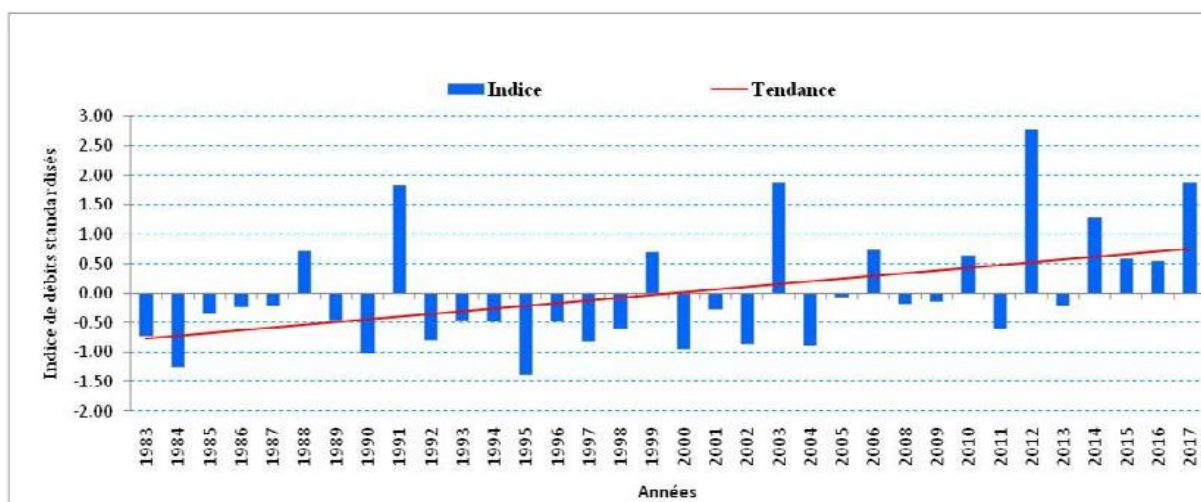


Figure 1.47 : Indice des modules standardisés du Nakanbé à Rambo de 1983 à 2017

4.3.3.2. *Le Nazinon à Ziou***a) Caractéristiques**

Code IRD(ORSTOM)	:	1202700340
Coordonnées GPS	:	latitude 11°05'46''N; longitude 00°42'12''W
Bassin versant	:	10.700 Km ²
Date d'installation	:	08 avril 1990
Equipement	:	Limnigraphe tambour horizontal, rotation mensuel, réduction 1/10.

b) Historique

Le premier enregistrement de la station du Nazinon à Ziou date du 08/04/1990 et la station est équipée de (06) six éléments d'échelles limnimétriques

c) Jaugeages et étalonnages

De 1990 à 2017, une vingtaine de jaugeages ont été effectués. La plus haute cote jaugée est de 5,52 m le 02/09/1993 pour un débit de 120 m³/s. On note que (18) dix-huit jaugeages ont servi à établir le barème le 31/07/2000 et sa validité est étalée de 01/01/1990 jusqu'à nouvel ordre.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements sont tributaires de la pluviométrie à la station de Ziou.

Les écoulements ont commencé le 01 juin et ont pris fin le 09 octobre 2017 (Figure 1.48). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues avec des pointes dont le maximum instantané de 41,8 m³/s a été observé le 17 juin de la même année.

Par contre en 2016, les écoulements ont commencé le 06 juin et ont pris fin le 19 septembre, on note également une succession de crues qui ont été enregistrées avec des pointes dont le maximum instantané de 45,4 m³/s a été observé le 23 juillet (Figure 1.48).

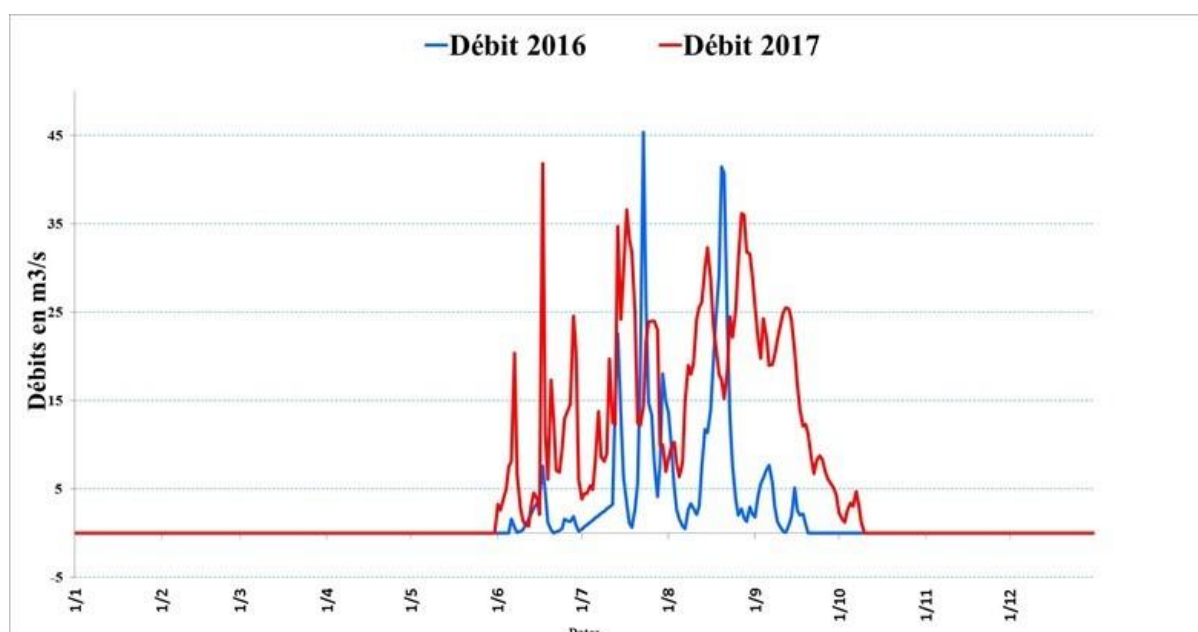


Figure 1.48: Hydrogramme du Nazinon à Ziou 2016-2017

Le module de 2017 est de 5,36 m³/s correspondant à un volume écoulé de 169 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui était de 21,5 m³/s pour 678 millions de m³. Comparé au module interannuel (1963-2017) qui est de 13,9 m³/s pour 438,4 millions de m³, le module de 2017 est inférieur à celui de l'interannuel soit un déficit en volumes de 269,3 millions de m³. (Tableau 1.16, Figure 1.50).

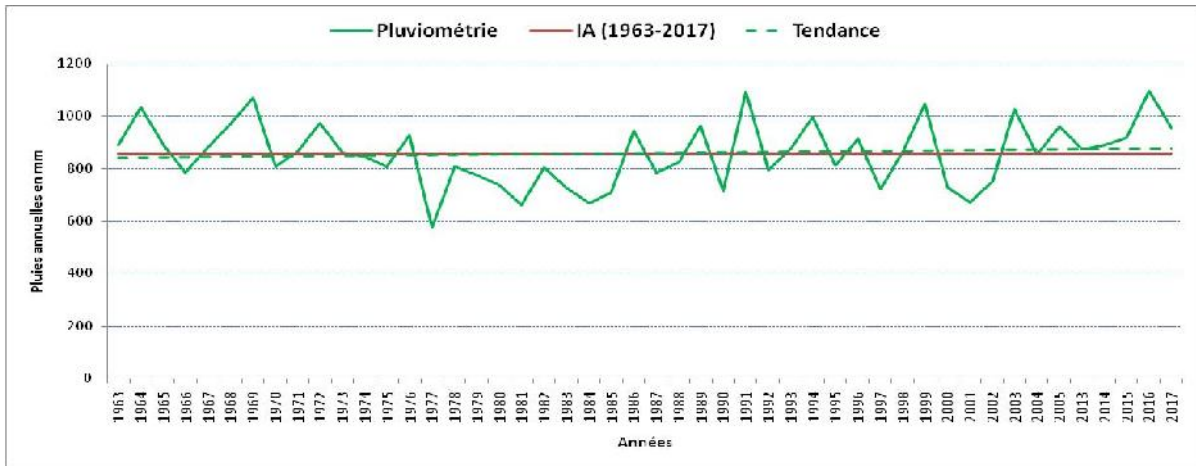


Figure 1.49 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Nazinon à Ziou de 1963 à 2017

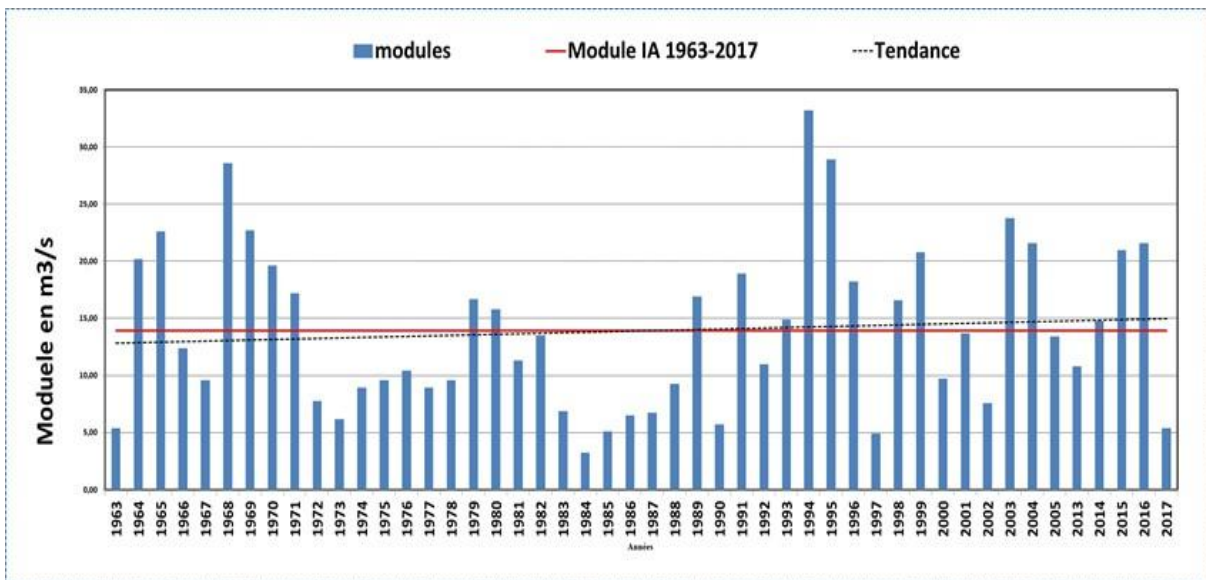


Figure 1.50 : Evolution des modules du Nazinon à Ziou de 1963 à 2017

La lame d'eau écoulée (Le) en 2017 est de 15,8 mm pour un coefficient d'écoulement (Ke) de 1,66 % calculé avec une pluviométrie moyenne annuelle de 953 mm sur le bassin versant de la station.

Notons que les coefficients d'écoulement (Ke) de 2016 et la moyenne IA(1963-2017) sont respectivement de 5,78% et 4,77%.

Tableau 1.16 : Ecoulements du Nazinon à Ziou

Station	Superficie du Bassin Versant (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1963-2017)	2016	2017	IA (1963-2017)
Ziou	10700	48	21,5	5,36	13,9	678	169	438,4

Pour ce qui est des modules de 1963 à 2017, on note qu'ils ont varié entre 3,23 m³/s en 1984 et 33,2 m³/s en 1994.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une légère tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1.51), fait apparaître cinq périodes bien distinctes :

- une période sèche en 1963 ;
- une période humide de 1964 à 1971 ;
- une période sèche de 1972 à 1992 ;
- une période humide de 1993 à 1996 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1997 à 2017

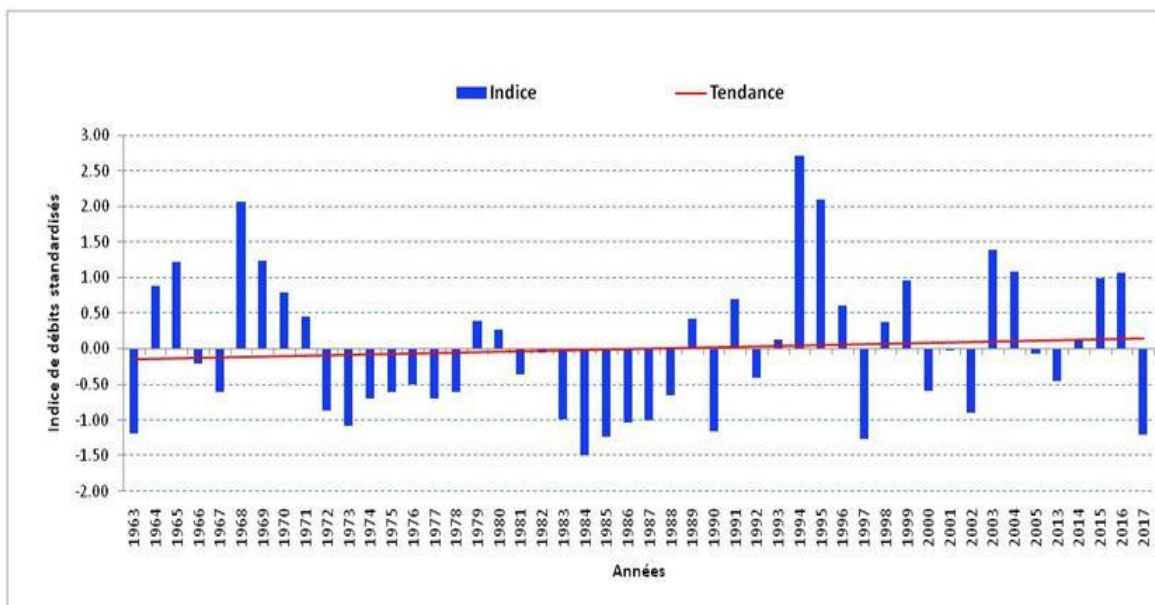


Figure 1.51 : Indices des modules standardisés du Nazinon à Ziou

4.3.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées

4.3.4.1. Le barrage de Bagré

a) Historique

La construction du barrage a pris fin en 1992 suivie de la mise en eau le 1er juillet 1992. Son bassin versant couvre une superficie de 34 000 km² avec une capacité est de 1700 millions de m³, soit 1,14 % de celle du barrage d'Akosombo qui lui fait 149 milliards de m³ à titre indicatif.

Il est doté de 02 turbines de 08 MW. Le débit moyen turbiné est de 30 m³/s.

b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 12 juin 2017 et 07 juillet 2016 (Figure 1.52).

En 2017, le barrage n'a pas connu de déversement (Figure 1.52). Par contre en 2016, les déversements ont débuté le 21 août et ont pris fin le 14 octobre avec un total de 55 jours de déversement.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 759 millions de m³, soit 44,65% de sa capacité au PEN contre 1054 millions de m³, soit 62% en 2016 (Figure 1.52, Tableau 1.17). La situation au 31 décembre 2017 est déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date. Le déficit est de 295 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 75,71% contre 103,71% en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 476 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

Quant aux maximaux, ils ont varié entre 1152 millions de m³ en 2011 et 1852 millions de m³ en 2012 sur les 10 dernières années (Figure 1.53).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 21,24% contre 29,76% en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 145 millions de m³ par rapport à celle de 2016.

Quant aux minimaux, ils ont varié entre 355 millions de m³ en 2014 et 560 millions de m³ en 2015 sur les 10 dernières années. (Figure 1.54).

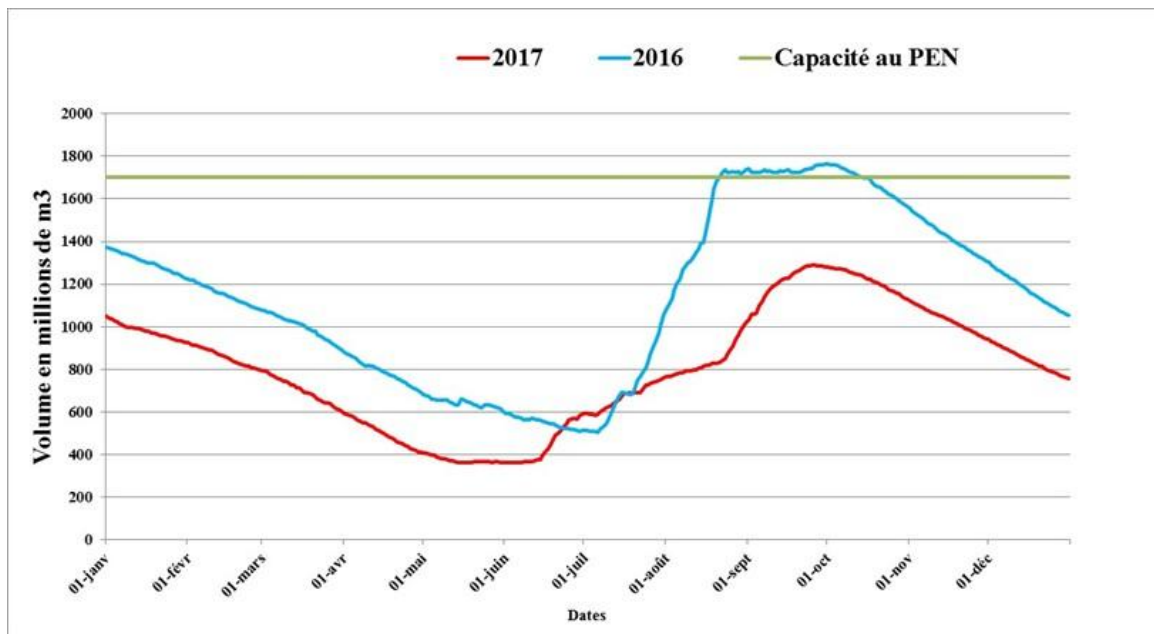


Figure 1.52 : Situation de remplissage du barrage de Bagré en 2016 et 2017

Tableau 1.17 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Bagré en 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017- 2016 (M m3)
	V4uolu me en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	1374	01/01/2016	80,82	1050	01/01/2017	61,76	-324
Volume maximal annuel	1763	30/09 au 01/10/2016	103,71	1287	25 au 26 /09/2017	75,71	-476
Volume minimal annuel	506	06/07/2016	29,76	361	18/05/2017	21,24	-145
Volume au 31 décembre	1054	31/12/2016	62,00	759	31/12/2017	44,65	-295
Nombres de jours de déversement	55			0			

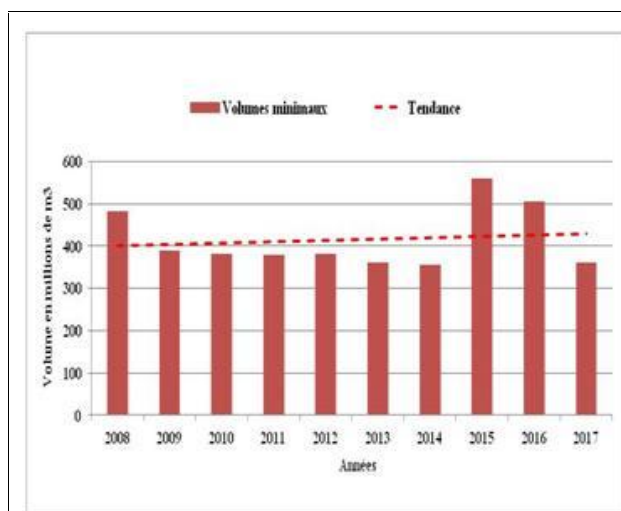


Figure 1.53 : Volumes minimaux stockés du barrage de Bagré de 2008 à 2017

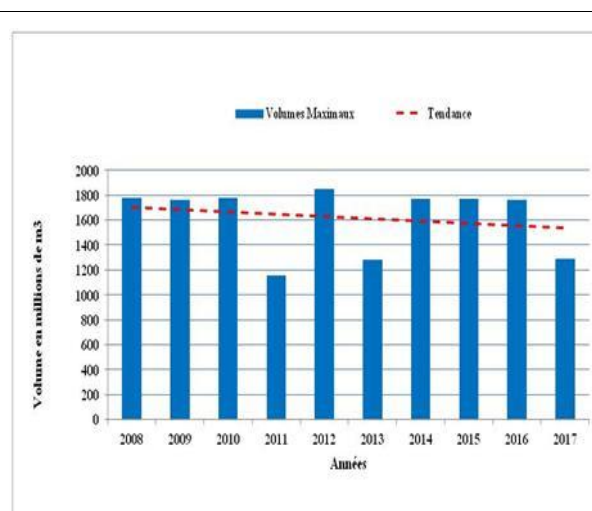


Figure 1.54: Volumes maximaux stockés du barrage de Bagré de 2008 à 2017

4.3.4.2. Le barrage de la Kompienga

a) Historique

Il a été mis en eau en juillet 1988 et on bassin versant a une superficie de 5800 km². La centrale électrique et la connexion ont été achevées en 1989. Il comporte 02 turbines de 07

MW chacune avec une hauteur de chute de 30 m et un débit moyen turbiné de 25 m³/s. Le productible annuel est de 45 GWH.

b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 27 juin 2017 et 11 juillet (Figure 1.55). En 2017, le barrage n'a jamais déversé (Figure 1.55).

Au 31 décembre 2017, le volume était de 611 millions de m³, soit 29,80 % de sa capacité au PEN contre 944 millions de m³, soit 46,05 % en 2016 (Figure 1.55, Tableau 1.18).

La situation au 31 décembre 2017 est déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date. Le déficit est de 333 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 45,90% contre 55,07% en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 188 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 720 millions de m³ en 2014 et 1201 millions de m³ en 2008 sur les 10 dernières années (Figure 1.56).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 21,22% contre 13,46% en 2016. La situation de 2017 est excédentaire de 159 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 182 millions de m³ en 2015 et 516 millions de m³ en 2008 sur les 10 dernières années (Figure 1.57).

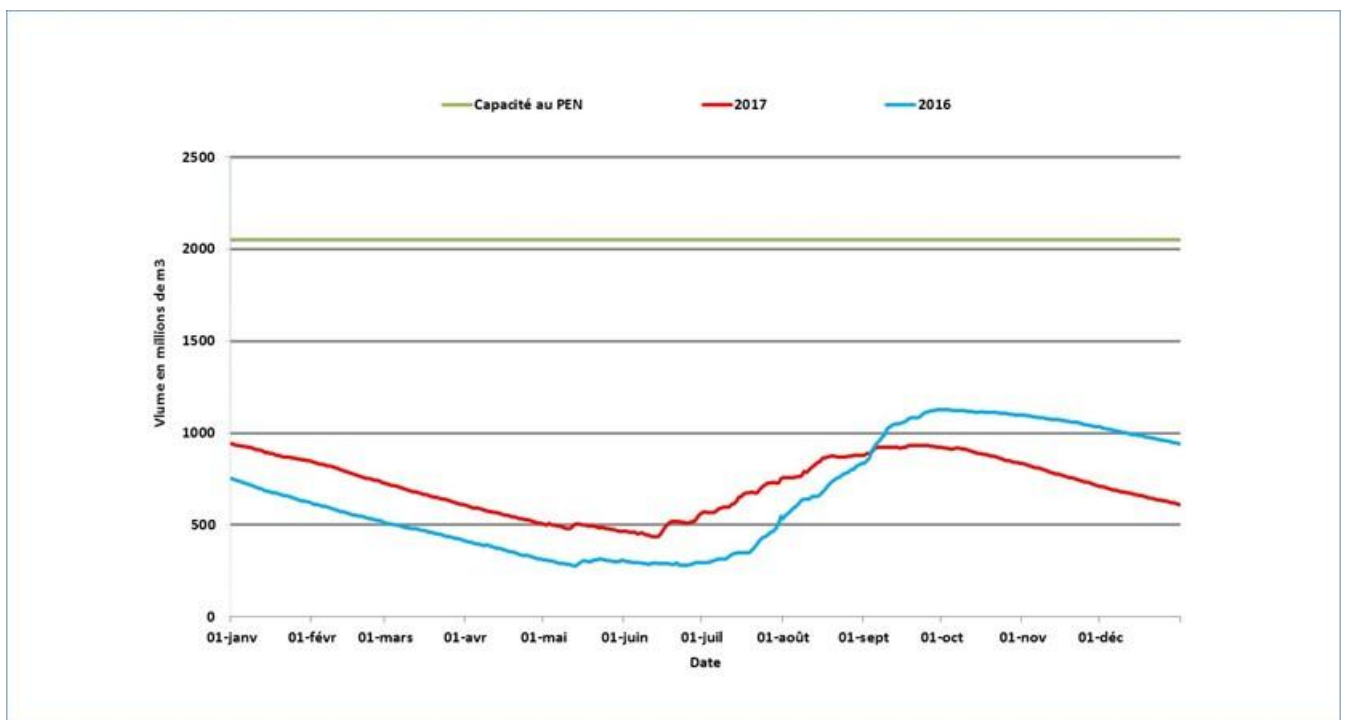


Figure 1.55 : Situation de remplissage du barrage de la Komienga entre 2016 et 2017

Tableau 1.18 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Kompienga entre 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017 - 2016 (M m3)
	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	750	01/01/2016	36,59	941	01/01/2017	45,90	191
Volume maximal annuel	1129	30/09/2016	55,07	941	01/01/2017	45,90	-188
Volume minimal annuel	276	13/05/2016	13,46	435	13/06/2017	21,22	159
Volume au 31 décembre	944	31/12/2016	46,05	611	31/12/2017	29,80	-333
Nombres de jours de déversement	0			0			

N.B : Le barrage de Kompienga n'a jamais déversé depuis sa construction.

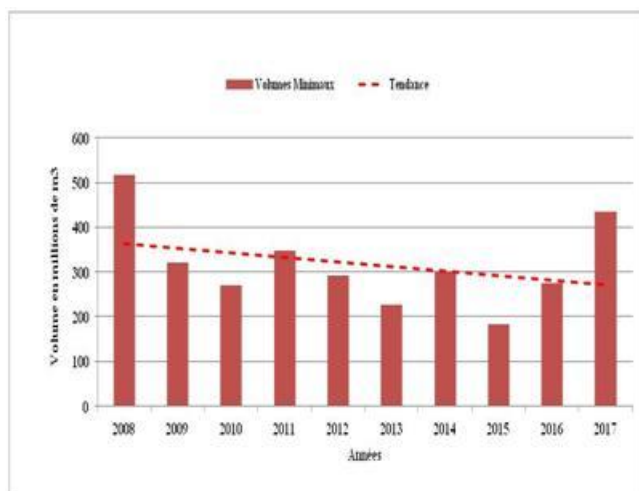


Figure 1.56 : Volumes minimaux stockés du barrage de Kompienga de 2008 à 2017

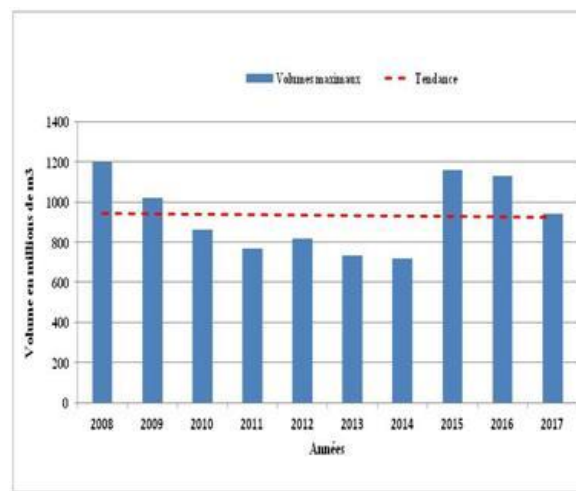


Figure 1.57 : Volumes maximaux stockés du barrage de Kompienga de 2008 à 2017

4.3.4.3. *Le Lac Bam à Kongoussi*

a) **Historique**

La superficie de son bassin versant est de 2610 km² (y compris celle de Bourzanga). D'une capacité nominale initiale de 41,102 millions de m³ au plan d'eau normal (PEN), le lac Bam à Kongoussi est un ouvrage à vocation hydroagricole. Des travaux de réhabilitation du lac sont en cours avec entre autres aspects, la reconstruction du seuil déversant sur la route Kongoussi Kaya. A la fin des travaux, le service hydrologique National se fera le devoir de rassembler les rapports de travaux pour mieux revoir son dispositif de suivi si nécessaire.

b) Analyse du remplissage

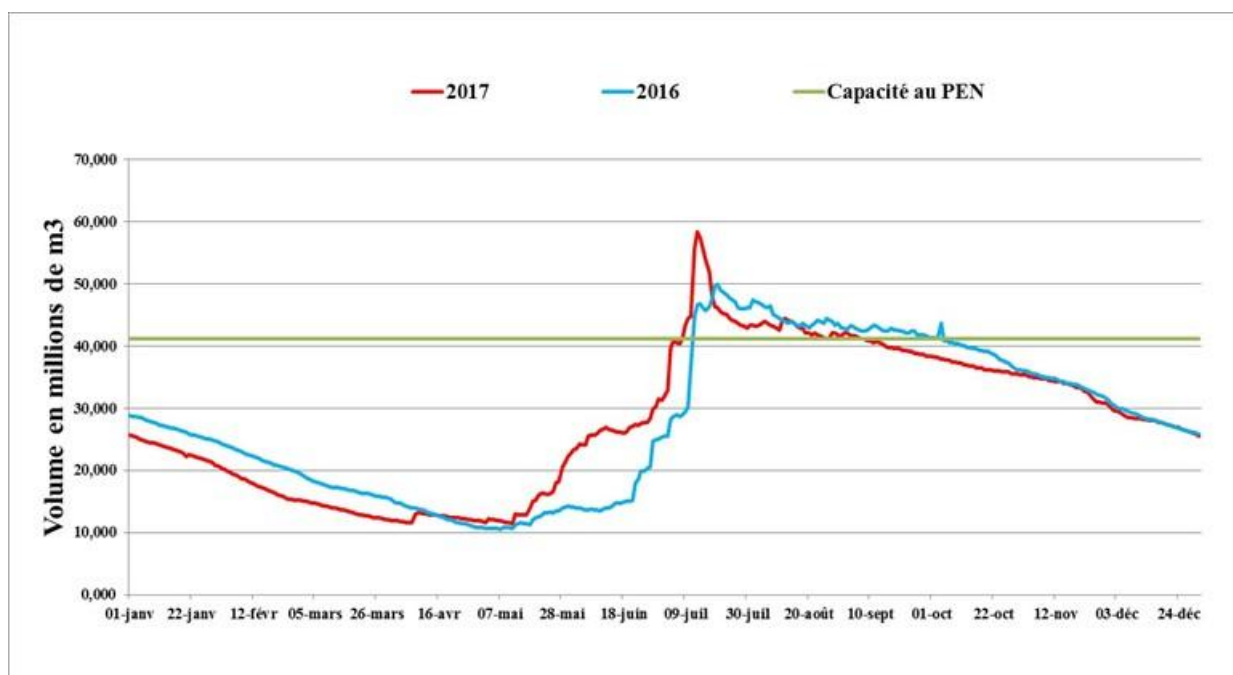
Les premiers apports ont été enregistrés le 11 mai 2017 et 12 mai 2016 (Figure 1.58). En 2017, les déversements ont débuté le 08 juillet et ont pris fin le 06 septembre avec un total de 60 jours de déversement (Figure 1.58). Par contre en 2016, les déversements ont débuté le 12 juillet et ont pris fin le 04 octobre avec un total de 84 jours de déversement.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 25,44 millions de m³, soit 61,89% de sa capacité au PEN contre 25,76 millions de m³, soit 62,67% en 2016 (Figure 1.58, Tableau 1.19).

La situation au 31 décembre 2017 est déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date. Le déficit est de 320 milles m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 141,84% contre 121,28% en 2016. La situation de 2017 est excédentaire de 8,45 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 45,79 millions de m³ en 2013 et 58,60 millions de m³ en 2012 sur les 10 dernières années (Figure 1.59).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 27,91% contre 25,50% en 2016. La situation de 2017 est excédentaire de 990 milles m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 6,735 millions de m³ en 2015 et 11,470 millions de m³ en 2009 et 2017 sur les 10 dernières années (Figure 1.58).



1.58 : Situation de remplissage du Lac Bam entre 2016 et 2017

Tableau 1.19 : Volumes caractéristiques stockés dans du Lac Bam entre 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017 - 2016 (Mm3)
	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	28,77	01/01/2016	70,00	25,61	01/01/2017	62,31	-3,16
Volume maximal annuel	49,85	20/07/2016	121,28	58,30	13/07/2017	141,84	8,45
Volume minimal annuel	10,48	07/05/2016	25,50	11,47	11/05/2017	27,91	0,99
Volume au 31 décembre	25,76	31/12/2016	62,67	25,44	31/12/2017	61,89	-0,32
Nombres de jours de déversement	84			60			

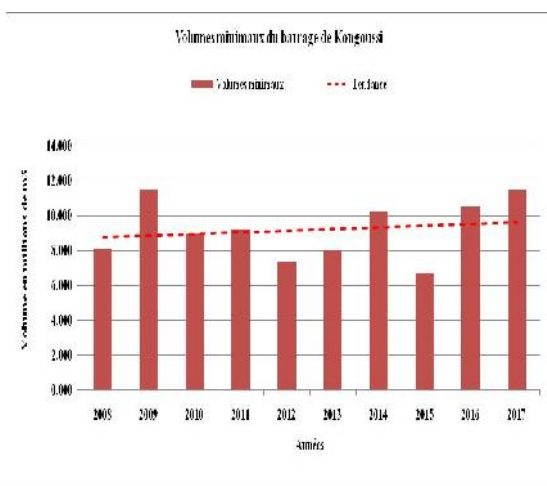


Figure 1.58 : Volumes minimaux stockés du lac Bam de 2008 à 2017

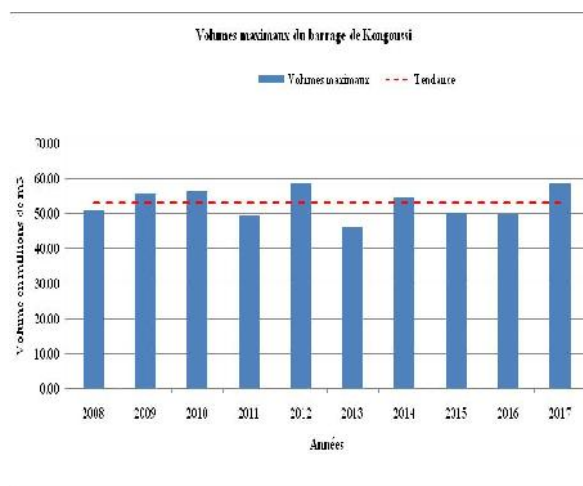


Figure 1.59: Volumes maximaux stockés du lac Bam 2008 à 2017

4.3.4.4. Le barrage de Loumbila

a) Historique

Il a été construit en 1947 (Réf : Inventaire des barrages et Retenues d'eau au BURKINA FASO-Bilan d'eau). Son volume initial qui était de 36 millions de m³ a été porté à 42,2 millions de m³ à partir du 14 mai 2004.

Le barrage de Loumbila a pour vocation l'alimentation en eau potable de la ville de Ouagadougou.

b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 15 juin 2017 et 01 juillet 2016 (Figure 1.60).

En 2017, le barrage n'a pas connu de déversement (Figure 1.60). Par contre en 2016, les déversements ont débuté le 21 juillet et ont pris fin le 30 septembre avec un total de 72 jours de déversement.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 10,58 millions de m³, soit 25,08 % de sa capacité au PEN contre 27,89 millions de m³, soit 66,09% de sa capacité maximale en 2016 (Figure 1.60, Tableau 1.20). La situation au 31 décembre 2017 est déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date. Le déficit est de 17,304 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 65,74% contre 114,53% en 2016. La situation de 2017 est très déficitaire de 20,587 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Cela est dû aux prélèvements en amont du barrage. Ils ont varié entre 27,744 millions de m³ en 2017 et 49,392 millions de m³ en 2012 sur les 10 dernières années (Figure 1.62).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 21,17% contre 20,88% en 2016. La situation de 2017 est excédentaire de 123 milles m³ par rapport à celle 2016. Ils ont varié entre 6,456 millions de m³ en 2015 et 11 millions de m³ en 2011 sur les 10 dernières années (Figure 1.61).

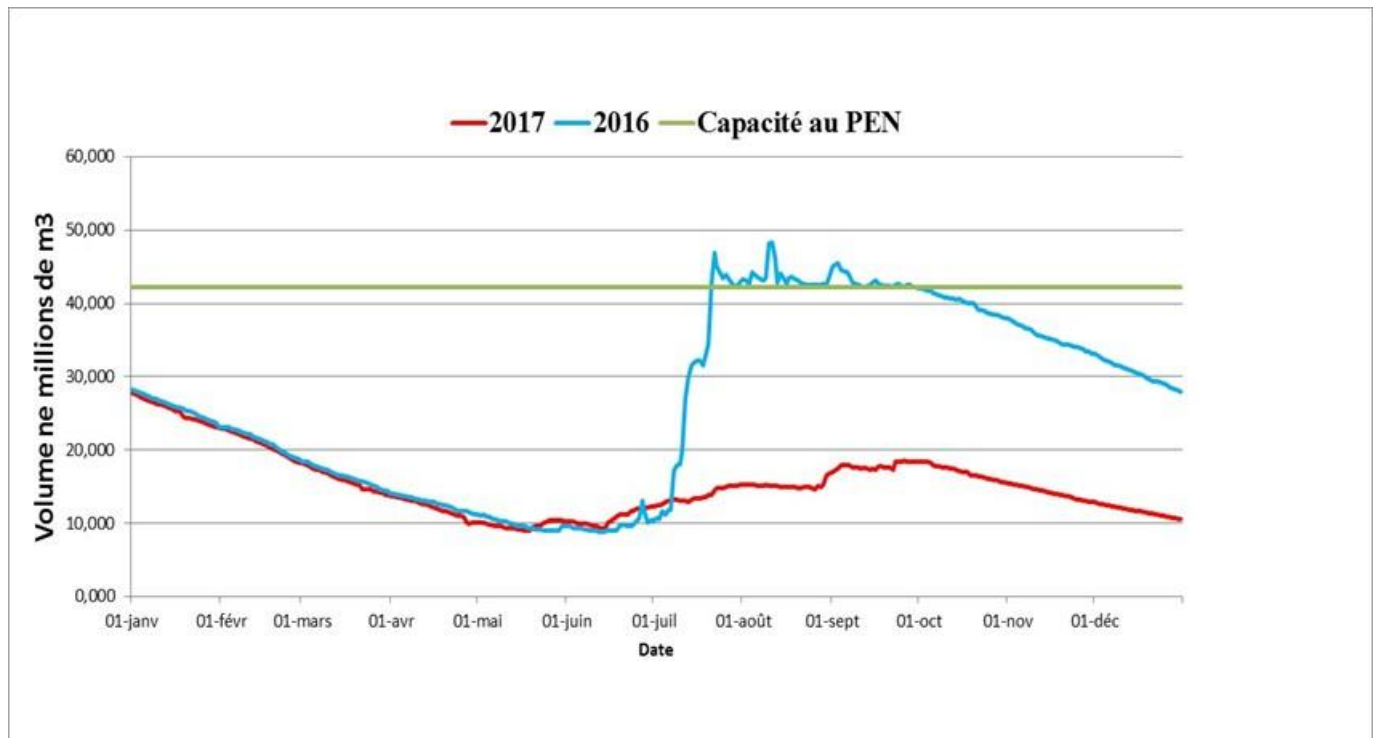


Figure 1.60 : Situation de remplissage du barrage de Loumbila 2016 et 2017

Tableau 1.20 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Loumbila entre 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017- 2016 (M m3)
	Volum e en (Mm3)	Date	Coefficien t de remplissag e %	Volum e en (Mm3)	Date	Coefficien t de remplissag e %	
Volume au 1er janvier	28,32	01/01/2016	67,11	27,74	01/01/2017	65,73	~ 0,579
Volume maximal annuel	48,33	11/08/2016	114,53	27,74	01/01/2017	65,73	~ 20,587
Volume minimal annuel	8,81	12 au 14 /06/2016	20,88	8,93	19/05/2017	21,17	0,123
Volume au 31 décembre	27,89	31/12/2016	66,09	10,58	31/12/2017	25,08	~ 17,304
Nombres de jours de déversement	72			0			

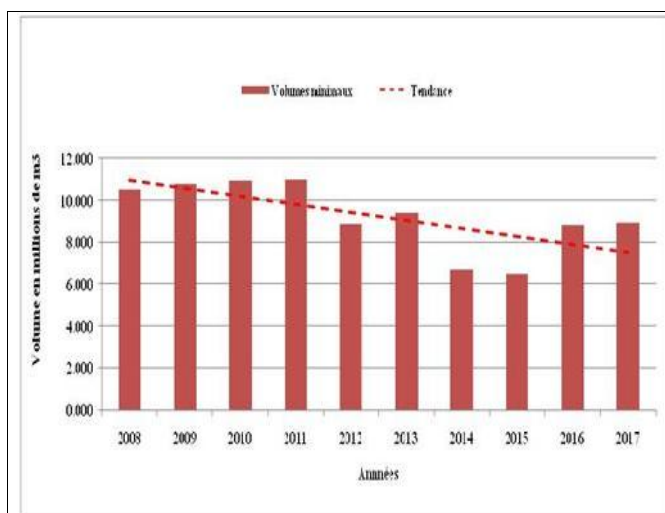


Figure 1.61 : Volumes minimaux stockés du Barrage de Loumbila de 2008 à 2017

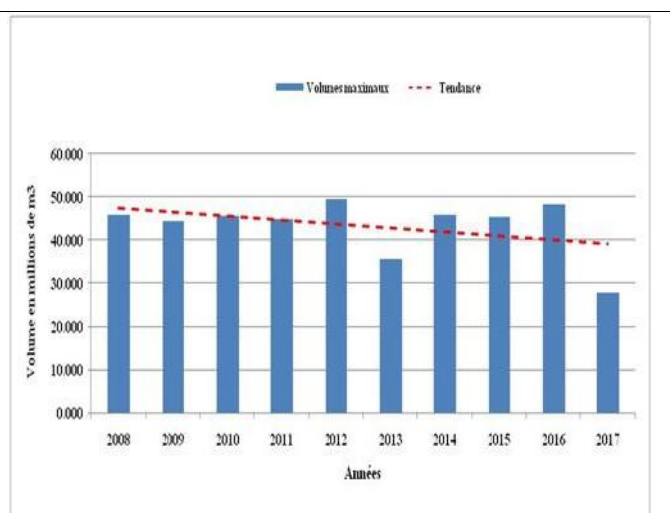


Figure 1.62 : Volumes maximaux stockés du barrage de Loumbila de 2008 à 2017

4.3.4.5. Le barrage de Ouagadougou (2 + 3)

a) Historique

Il a été construit en 1934 pour le n°3 et en 1962 pour le n°2. (Réf : Inventaire des barrages et Retenues d'eau au BURKINA FASO-Bilan d'eau).

C'est un ouvrage destiné à l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou. Il résulte de la coalition du barrage n°2 et du barrage n°3. De multiples réfections ont été faites dont la plus récente est celle du mois d'août 2002 qui a fait passer la capacité nominale de 5,6 millions de m³ à 6,87 millions de m³.

b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 19 mai 2017 et 12 juin 2016 (Figure 1.63).

En 2017, les déversements ont débuté le 19 mai et ont pris fin le 09 octobre avec un total de 119 jours de déversement (Figure 1.63).

Par contre en 2016, les déversements ont débuté le 26 juin et ont pris fin le 08 octobre avec un total de 99 jours de déversement.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 4,203 millions de m³, soit 61,18% de sa capacité au PEN contre 3,63 millions de m³, soit 52,84% en 2016 (Figure 1.63, Tableau 1.21).

La situation au 31 décembre 2017 est excédentaire par rapport à celle de 2016 à la même date, avec un excédent de 573 milles m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 114,34% contre 123 % en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 595 milles m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 6,872 millions de m³ en 2010 et 8,450 millions de m³ en 2016 sur les 10 dernières années (Figure 1.65).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 12,72% contre 35,81% en 2016. La situation de 2017 est très déficitaire de 1,586 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 763 milles m³ en 2010 et 2,455 millions de m³ en 2016 sur les 10 dernières années (Figure 1.64).

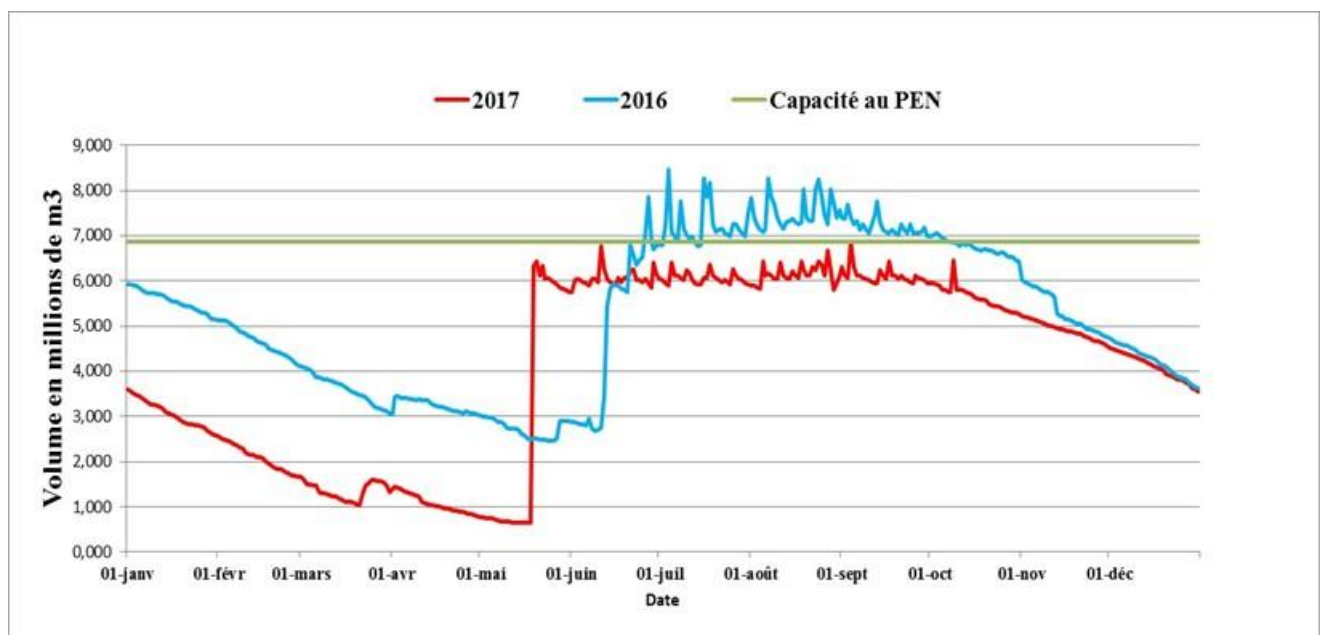


Figure 1.63 : Situation de remplissage du barrage de Ouaga (2+3) entre 2016 et 2017

Tableau 1.21 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ouaga (2+3) entre 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017- 2016 (M m3)
	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	5.92	01/01/2016	86.17	4.25	01/01/2017	61.91	-1.667
Volume maximal annuel	8.45	04/07/2016	123	7.855	04/09/2017	114.34	-0.595
Volume minimal annuel	2.46	25 au 26 /05/2016	35.81	0.874	15 au 18/05/2017	12.72	-1.586
Volume au 31 décembre	3.63	31/12/2016	52.84	4.203	31/12/2017	61.18	0.573
Nombres de jours de déversement	99			119			

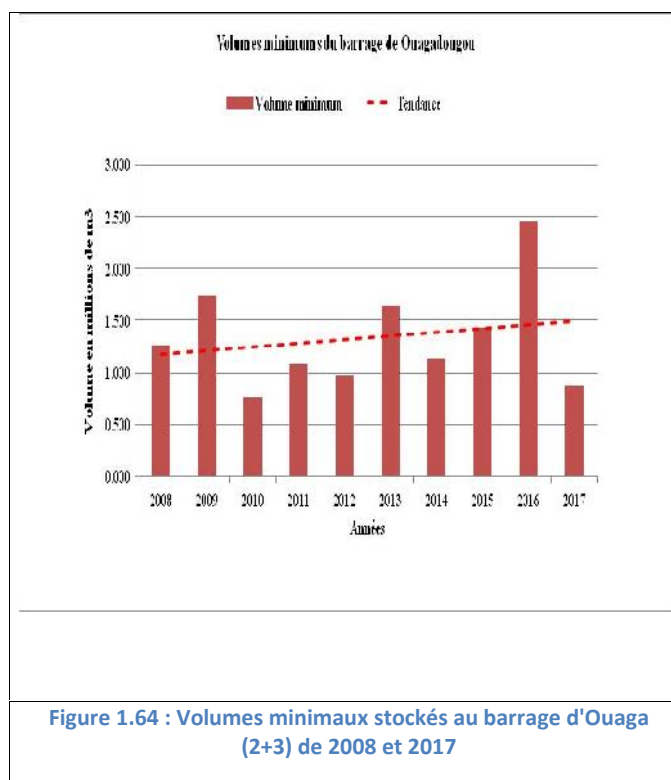


Figure 1.64 : Volumes minimaux stockés au barrage d'Ouaga (2+3) de 2008 et 2017

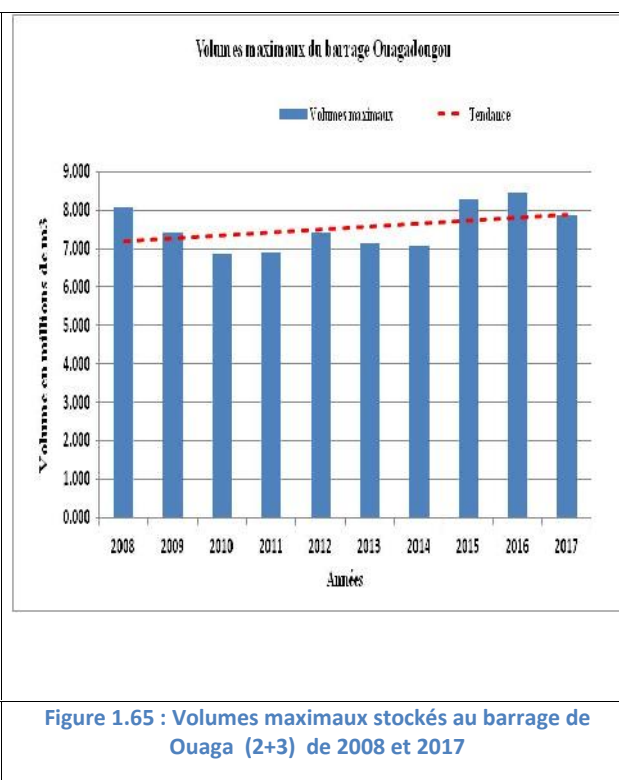


Figure 1.65 : Volumes maximaux stockés au barrage de Ouaga (2+3) de 2008 et 2017

4.3.4.6. Le barrage de Ziga

a) Historique

Il est situé dans le département de Nagréongo dans la province d'Oubritenga. Sa construction a débuté le 26 février 1998 et est achevée en juin 2000. Il a été mis en eau le 21 juillet 2000. La superficie de son bassin versant est de 20800 km². D'une capacité

nominale de 200 millions de m³ au plan d'eau normal (PEN), cet important ouvrage a pour vocation l'approvisionnement en eau potable de la ville de Ouagadougou.

b) Analyse du remplissage

Les premiers apports ont été enregistrés le 05 juin 2017 et 15 juin 2016 (Figure 1.66). En 2017, les déversements ont débuté le 22 juin et ont pris fin le 22 octobre avec un total de 123 jours de déversement (Figure 1.66). Par contre en 2016, les déversements ont débuté le 06 juillet et ont pris fin le 24 octobre avec un total de 111 jours de déversement.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 172 millions de m³, soit 86% de sa capacité au PEN contre 176 millions de m³, soit 88% en 2016 (Figure 1.66, Tableau 1.22). La situation au 31 décembre 2017 est déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date. Le déficit est de 4 millions de m³.

Du point de vue des volumes maximaux, le coefficient de 2017 est de 123,5% contre 135,50% en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 24 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 247 millions de m³ en 2017 et 325 millions de m³ en 2009 sur les 10 dernières années (Figure 1.68).

Du point de vue des volumes minimaux, le coefficient de 2017 est de 45% contre 61% en 2016. La situation de 2017 est déficitaire de 32 millions de m³ par rapport à celle de 2016. Ils ont varié entre 77 millions de m³ en 2009 et 122 millions de m³ en 2011 et en 2017 sur les 10 dernières années (Figure 1.67).

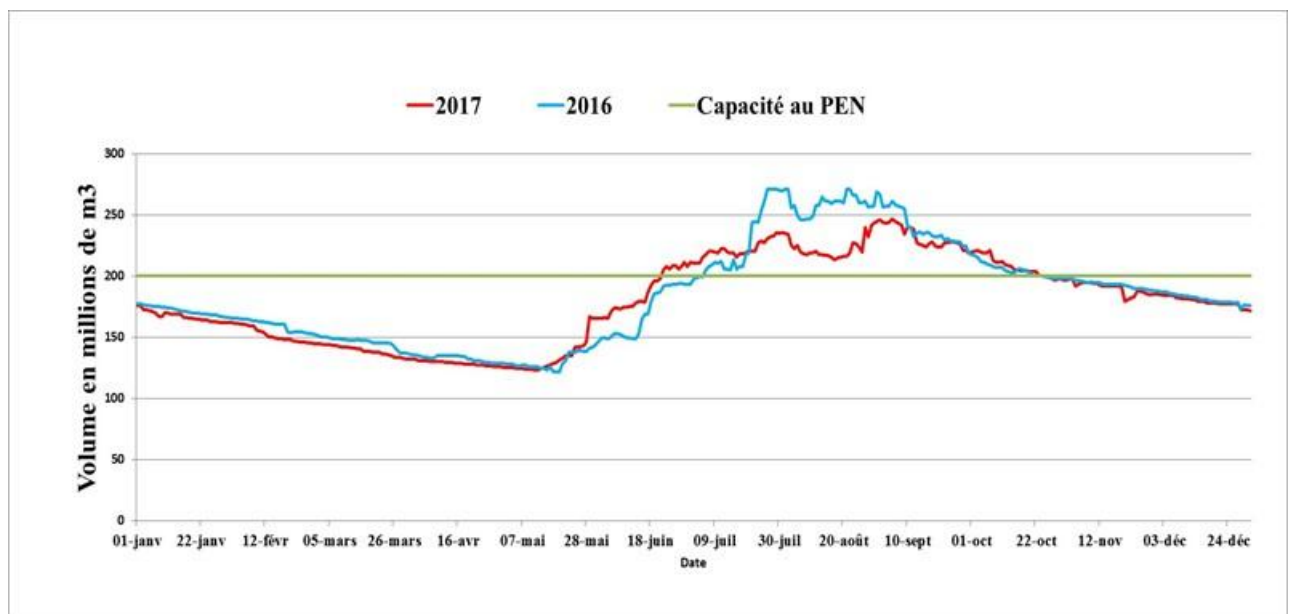


Figure 1.66 : Situation de remplissage du barrage de Ziga entre 2016 et 2017

Tableau 1.22 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Ziga entre 2016 et 2017 (Mm3)

	2016			2017			ΔV 2017- 2016 (M m3)
	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	Volume en (Mm3)	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	178	01/01/2016	89,00	176	01/01/2017	88,00	-2
Volume maximal annuel	271	26 au 29/07/2016 et du 01 au 02/08/2016 et du 21 au 22 août 2016	135,50	247	05/09/2017	123,50	-24
Volume minimal annuel	122	17 au 19 /05/2016	61,00	90	11 au 12 /04/2017	45,00	-32
Volume au 31 décembre	176	31/12/2016	88,00	172	31/12/2017	86,00	-4
Nombres de jours de déversement	111			123			

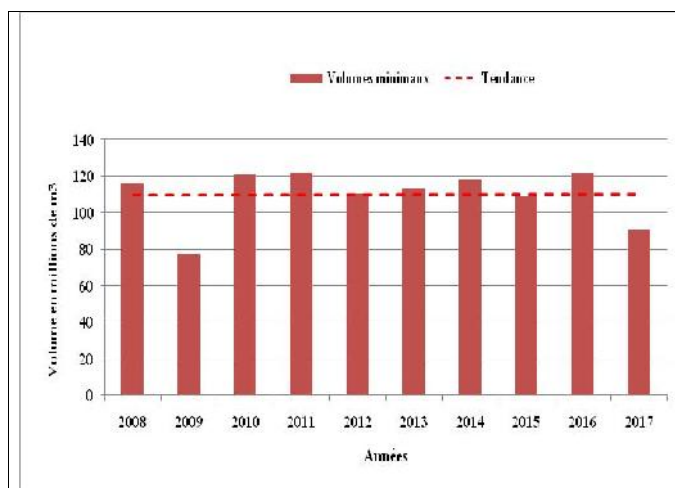


Figure 1.67: Volumes minimaux stockés au barrage de Ziga de 2008 et 2017

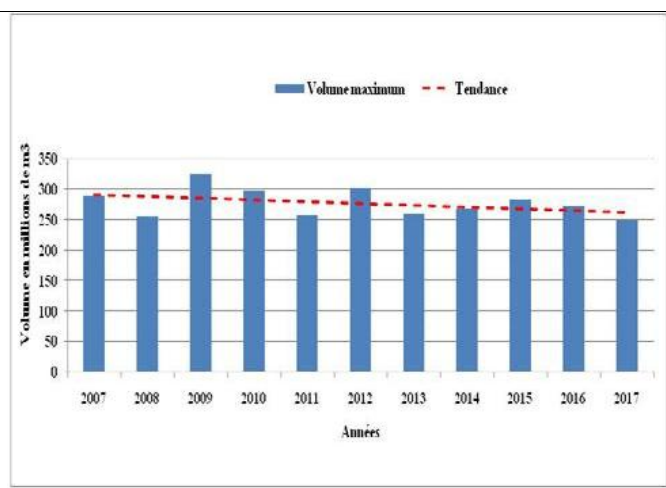


Figure 1.68: Volumes maximaux stockés au barrage de Ziga de 2008 et 2017

4.4. Bassin du Niger

4.4.1. Pluviométrie

Le climat du bassin national du Niger se caractérise par l'alternance de deux saisons : la saison sèche (la plus longue) qui s'étend d'octobre à mi-juin et la saison pluvieuse qui ne dure que quatre (04) mois environ. Il est commandé par le déplacement du Front Intertropical (FIT), zone de contact entre l'air chaud et sec de Nord-Est à Est provenant de hautes pressions sahariennes (harmattan) et l'air froid et humide de Sud-Est au Sud provenant des hautes pressions océaniques de l'hémisphère Sud (mousson).

Ces phénomènes schématisent de façon globale la répartition spatio-temporelle de la pluviométrie dont la moyenne interannuelle est inférieure à 600 mm ; ce qui justifie l'appartenance de ce climat au régime sahélien.

L'évaporation est importante sur le bassin, elle atteint 3 795 mm par an à Bogandé.

Les températures varient entre 18°C et 42°C (station météorologique de Dori).

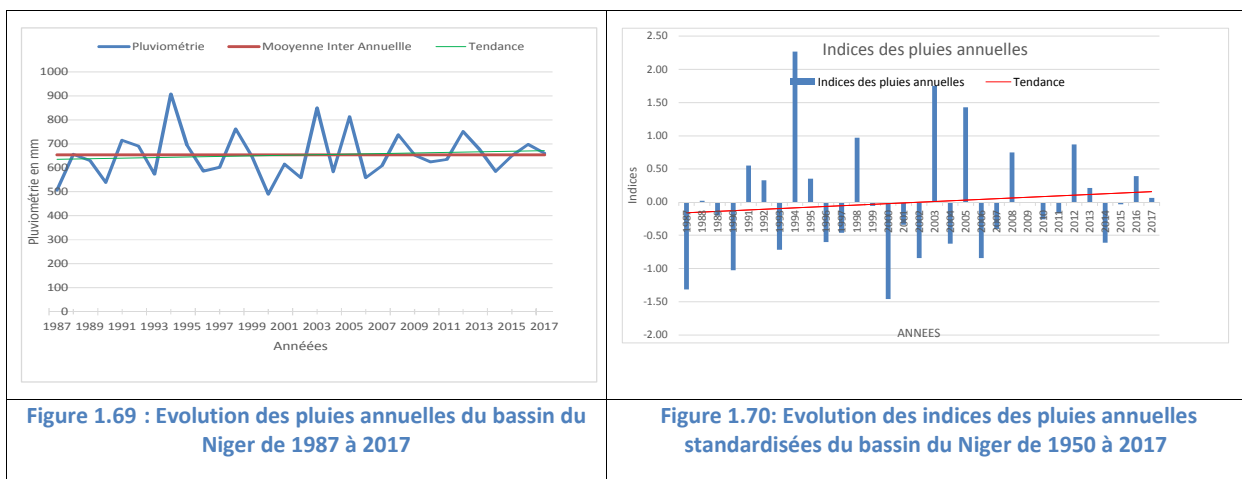
Pour l'analyse de la pluviométrie, les stations météorologiques de Bongandé, de Dori et de Fada N'gourma ont été considérées.

Sur la période 1987-2017, les cumuls pluviométriques annuels ont varié entre 259,1 mm en 1987 à Dori et 1366,2 mm en 1944 à Fada N'gourma. La moyenne inter-annuelle de la période 1987-2017 est de 654 mm.

On observe une grande variabilité dans la répartition des pluies et une légère tendance à la hausse (Figure 1.70).

L'interprétation du graphique des indices des pluies annuelles fait apparaître une alternance d'années sèches et d'années humides. (Figure 1.71):

On observe plus d'années sèches que d'années humides.



4.4.2. Présentation du réseau Hydrométrique du Bassin

Le bassin versant du Niger au Burkina Faso, couvre une superficie totale de 83 442 km² :

Le suivi hydrométrique de ce bassin est réalisé à partir d'un réseau de 22 stations dont 10 pour les stations à débits et 12 pour le remplissage des barrages-réservoirs. Pour les besoins de la présente publication, cinq (5) stations ont été retenues (Figure 1.72) :

- trois (3) stations à débit : Le Gorouol à Koriziena, le Yali à Sebba et la Bonsoaga à Dagou ;

- deux (2) stations à volume : le barrage de Seytenga et celui de Diapaga.

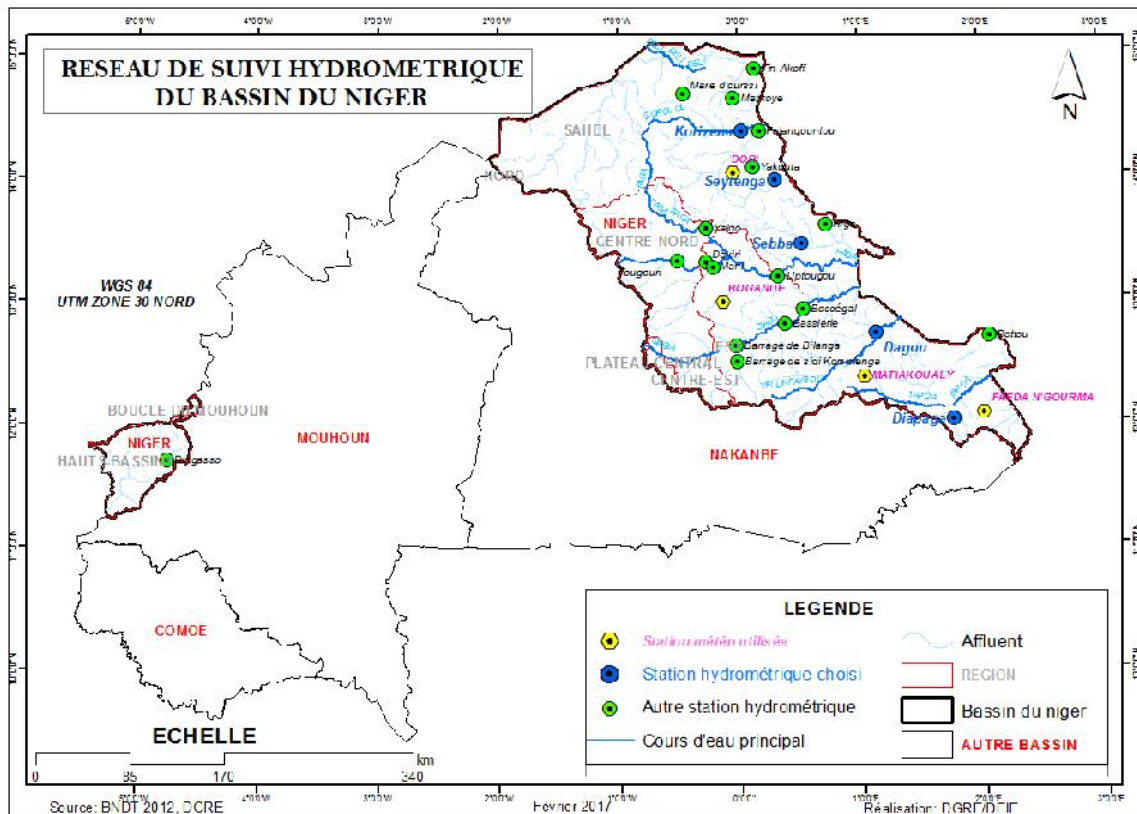


Figure 1.71 : Carte du réseau de suivi hydrométrique du Bassin du Niger

4.4.3. Situation des écoulements dans le bassin

4.4.3.1. La Bonsoaga à Dagou

a) Caractéristiques du bassin

Code ORSTOM (IRD)	: 120150 1410
Coordonnées	: Latitude 12° 48 ' N -Longitude 1° 14 ' E
Bassin versant:	: 5892 Km ²
Date de l'installation	: 1986
Equipement	: Eléments d'échelles centimétriques montés sur IPN 80, allant de E 0-1 à E 4-5. Un limnigraphe OTT X, à tambour horizontal hebdomadaire réduction 1/10 installé en 1986 non fonctionnel de nos jours.
Repère	: Borne de la DIRH, portant un boulon dans le béton, à la droite de la batterie.
Zéro de l'échelle	: 3,606 m sous la tête du boulon de la borne.

b) Jaugeage et étalonnage

Entre 1986 et 1988 le nombre de jaugeages n'a pas permis de tracer une courbe de tarage.

En 1994, cinquante-quatre (54) jaugeages pour des cotes variant de 1,90m à 4,43m ont permis de définir une courbe d'étalonnage. La section de jaugeage matérialisée par un câble transversal est située sur la piste DAGOU-KODJE pour les basses et moyennes eaux. La

section de jaugeage des hautes eaux est située à un (1) kilomètre en amont de la première section.

En 1995, quarante un (41) jaugeages entre les cotes 2,40 m et 3,90m à l'échelle ont été réalisés. Ces jaugeages ont été pointés sur la courbe de 1994. On a constaté qu'ils étaient tous au-dessus de la courbe de tarage en 1994 appelée courbe N° 1. Cette situation s'explique par le fait qu'un grand fourré qui se trouvait jadis à l'aval de la section de jaugeage a été dégagé par l'équipe basée à Dagou réduisant ainsi le freinage des écoulements. Une nouvelle courbe de tarage appelée courbe N°2 a été élaborée pour tenir compte de cette situation. Cette courbe N°2 est valable pour la période allant de 1995 jusqu'à nouvel ordre.

c) Analyse des écoulements

Les écoulements sont tributaires de la pluviométrie à la station de Dagou.

Les écoulements ont commencé le 12 mai 2017 et ont pris fin le 03 septembre 2017 (Figure 1.73). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues avec des pointes dont le maximum instantané de 59 m³/s a été observé le 8 septembre de la même année.

Par contre en 2016, les écoulements ont commencé le 14 mai 2016 (errata débit de 2016 corrigé) et ont pris fin le 10 octobre 2016, on note également une succession de crues qui ont été enregistrées avec des pointes dont le maximum instantané de 52,19 m³/s a été observé le 10 août 2016 (Figure 1.73).

Le module de 2017 qui est de 4,90 m³/s correspond à un volume écoulé de 154,526 millions de m³. Il est inférieur à celui de 2016 qui était de 8,01 m³/s pour 253,295 millions de m³. Comparé au module interannuel (1986-2017) qui est de 3,90 m³/s pour 122,90 millions de m³, le module de 2017 est nettement supérieur.

Le volume annuel écoulé en 2017 est de 154,5 millions de m³ correspondant à une lame écoulée de 26,2mm contre 253,3 millions de m³ pour une lame écoulée de 42,99mm en 2016.

La pluviométrie moyenne qui est de 801,9mm 2017 donne avec la lame écoulée, un coefficient d'écoulement de 3,20% en 2017 contre 5,12% en 2016 et 2,66% pour la moyenne IA (1986-2017) (Figure 1.74).

La situation de 2017 comparée à celle de 2016 est très déficitaire et ce déficit d'écoulement est de 98,8 millions de m³.

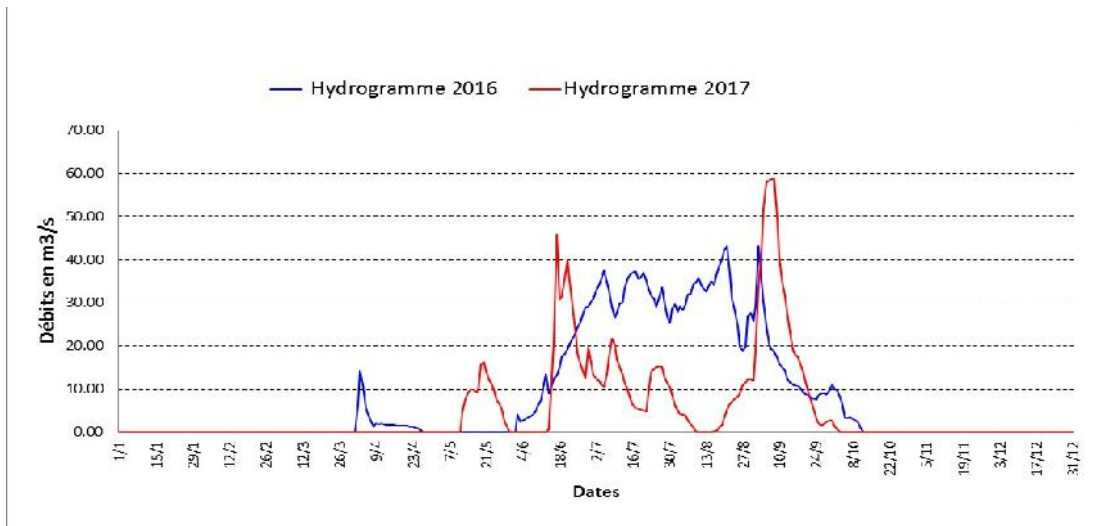


Figure 1.72 : Hydrogrammes de la Bonsoaga à Dagou 2016 et 2017

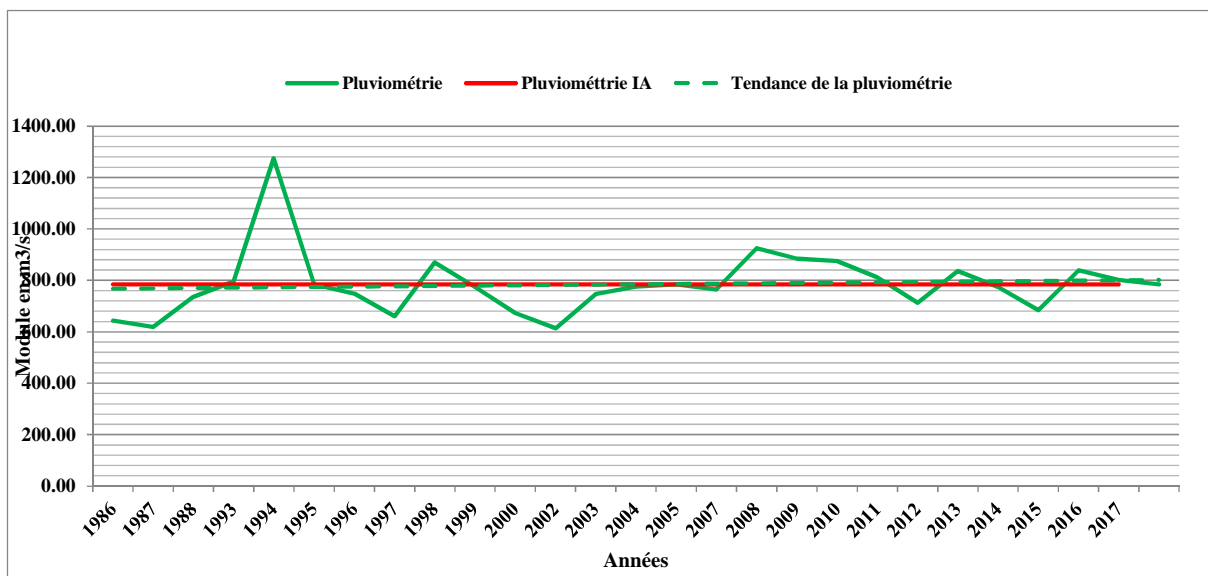


Figure 1.73: Evolution des pluies annuelles sur le bassin de la Bonsoaga à Dagou (1986 à 2017)

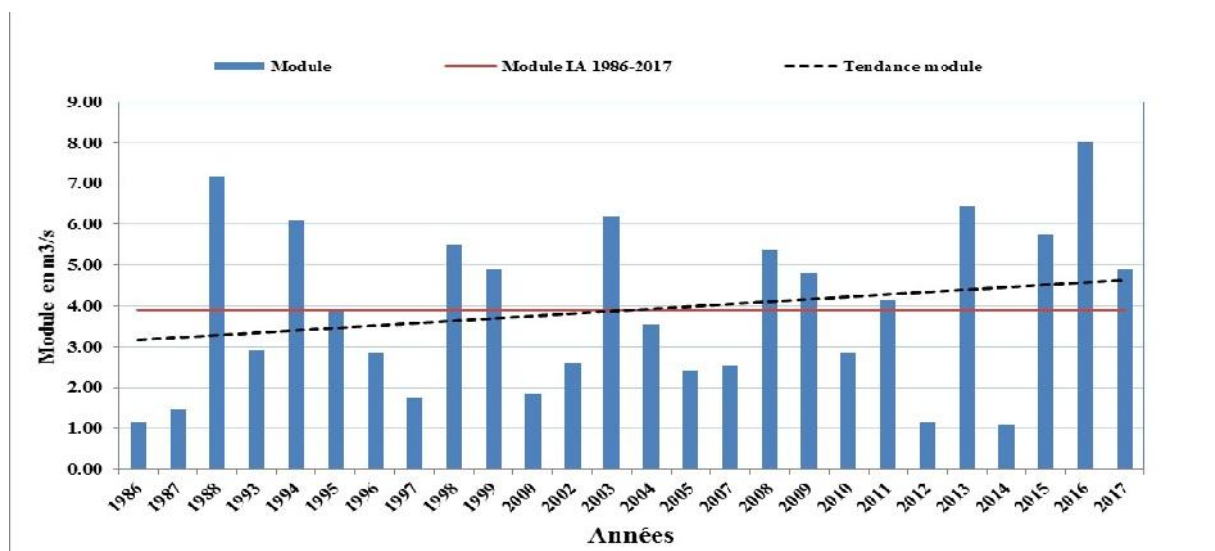


Figure 1.74 : Evolution des modules de la Bonsoaga à Dagou (1986 à 2017)

Tableau 1.23 : Ecoulement de la Bonsoaga à Dagou

Station	S.B.V (km ²)	Nbre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1986- 2017)	2016	2017	IA (1986- 2017)
Dagou	5892	26	8,01	4.90	3,90	253,295	154 .53	122.989

Pour ce qui est des modules de 1986 à 2017, ils varient entre 1,09 m³/s en 2014 et 8,01 m³/s en 2016.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1.76), fait apparaître quatre périodes bien distinctes :

- une période sèche de 1986 à 1987 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1988 à 2014;
- une période humide de 2014 à 2017.

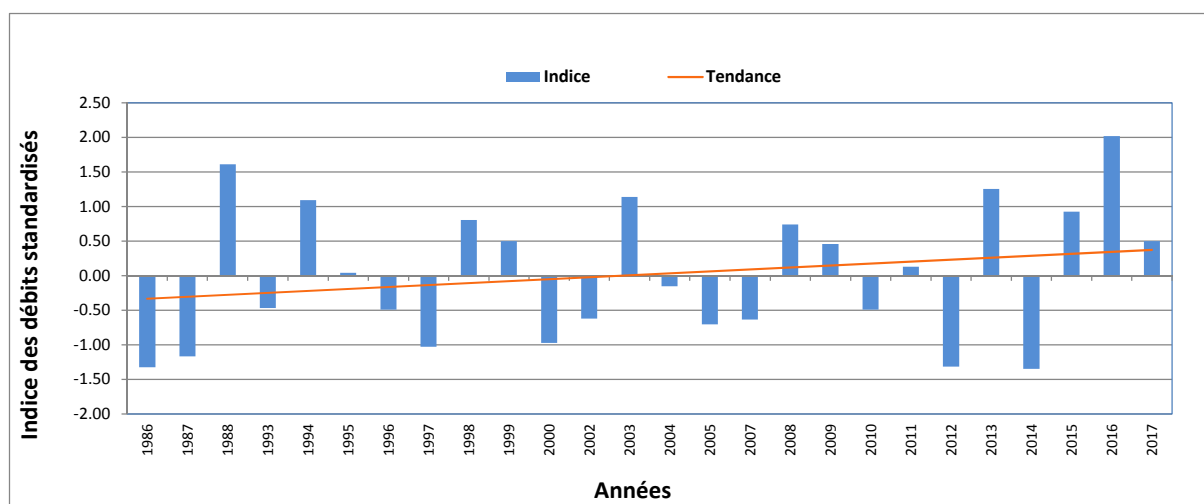


Figure 1.75 : Indice des modules standardisés de la Bonsoaga à Dagou de 1986 à 2017

4.4.3.2. Gorouol à Korizéna

a) Caractéristiques du bassin

Code IRD	: 1201501803
Coordonnées	: Latitude 14°22'N ; Longitude 00°02'W
Bassin versant	: 2500 km ²
Date d'installation	: 1955 et réinstallation en 1984
Équipement	: batterie EO-1 à E 6-7 installée le 20/11/84

b) Historique

Il existait une plateforme de collectes des données PCD PM36 non fonctionnelle qui a été démontée et remplacée par une PCD de marque SUTRON satlink appartenant au Nigeria, le 7 septembre 2011 lors d'une mission conjointe entre la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) et l'Autorité du Bassin du Niger (ABN).

En 2015, elle a été enlevée et rétrocédée au Nigeria.

Les mesures les plus anciennes datent de 1955. Au gué de la piste Dori- Markoye et sont fragmentaires jusqu'en 1957.

Lors des études hydrologiques dans les régions du nord – Dori et de Djibo entreprises par l'ORSTOM (IRD) en 1963 – 64, la station est réinstallée et exploitée jusqu'en 1965. Elle est reprise dans le réseau national en 1970 et est exploitée depuis cette date.

En 1982 cette station a été exploitée pour le compte du projet HYDRONIGER (Prévision des crues du fleuve Niger).

c) Jaugeage et étalonnage

De 1966 à 2010 plus d'une centaine de jaugeages ont été effectués et ont permis de tracer successivement plusieurs courbes d'étalonnage.

Les différentes campagnes de jaugeage ont conduit à une amélioration de la courbe d'étalonnage en hautes eaux.

d) Analyse des écoulements

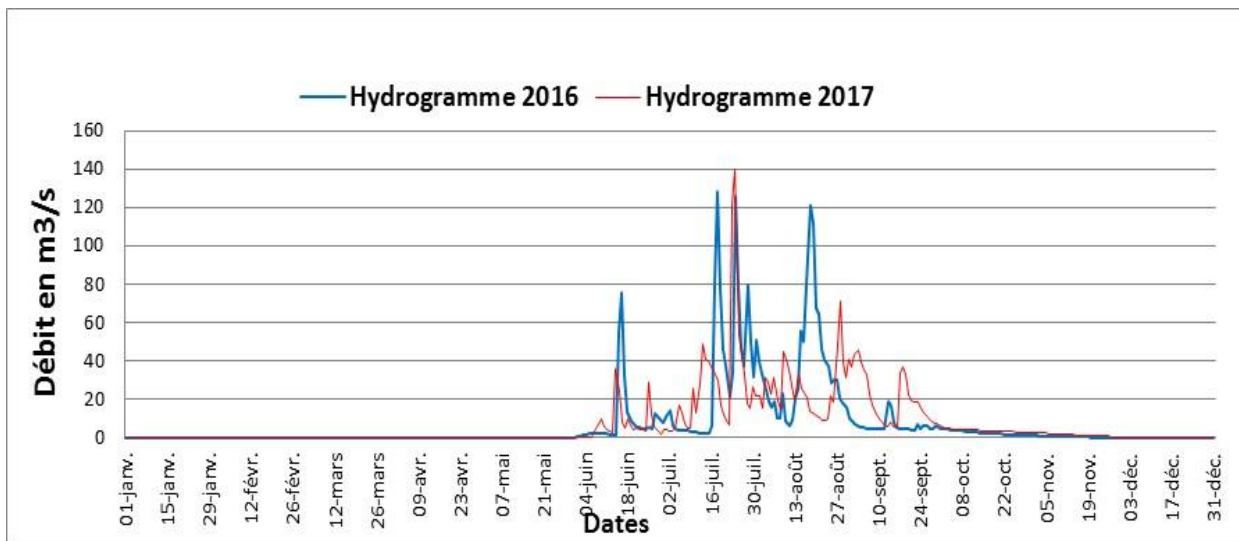


Figure 1.76: Hydrogramme du Gorouol à Koriziéna 2016 et 2017

Les écoulements à Koriziéna sont tributaires de la pluviométrie. Le bassin du Gorouol à Koriziéna à la station de la piste Dori-Markoye est représentatif du milieu sahélien. Les écoulements sont intermittents mais peuvent atteindre rapidement des valeurs exceptionnelles.

Les écoulements ont commencé le 7 juin 2017 et ont pris fin le 7 décembre 2017 (Figure 1.77). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues avec des pointes dont le maximum instantané de 140 m³/s a été observé le 24 juillet de la même année.

Par contre en 2016, les écoulements ont commencé le 1^{er} juin 2016 et ont pris fin le 27 novembre 2016, on note également une succession de crues qui ont été enregistrées avec des pointes dont le maximum instantané de 128 m³/s a été observé le 18 juillet.

Le module de 2017 qui est de 7,29 m³/s correspond à un volume annuel écoulé de 229,907 millions de m³. La lame d'eau écoulée est de 91,9mm (Tableau 1.24).

En 2016 le module qui est de 7,66 m³/s correspond à un volume annuel écoulé de 242,2 millions de m³. Lame d'eau écoulée est de 96,8mm.

La pluviométrie moyenne sur le bassin est de 531,5mm en 2017 et 519mm en 2016. Les coefficients d'écoulement sont de 17,30% en 2017 et de 18,7% en 2016.

Le coefficient d'écoulement (Ke) de la moyenne IA (1970-2016) est de 10,48 %.

La situation de 2017 comparée à celle de 2016 est déficitaire et présente un déficit d'écoulement de 12,66 millions de m³.

Comparé au module interannuel (1970-2017) qui est de 3,96 m³/s pour 124,970 millions de m³, le module de 2017 est nettement supérieur à la moyenne interannuelle.

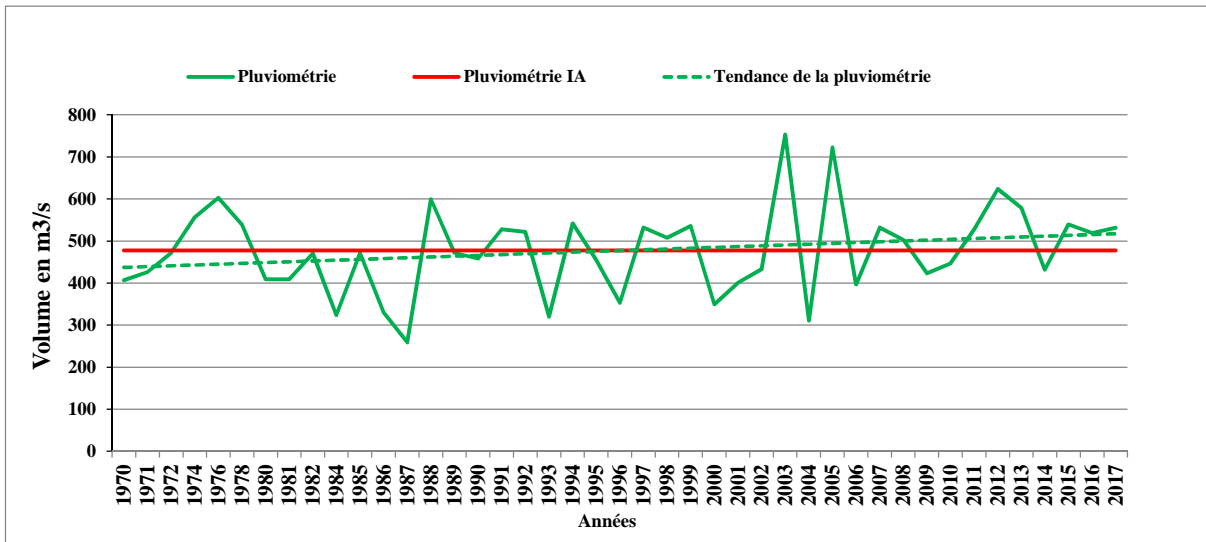


Figure 1.77 : Evolution des pluies annuelles sur le bassin du Niger à Koriziéna

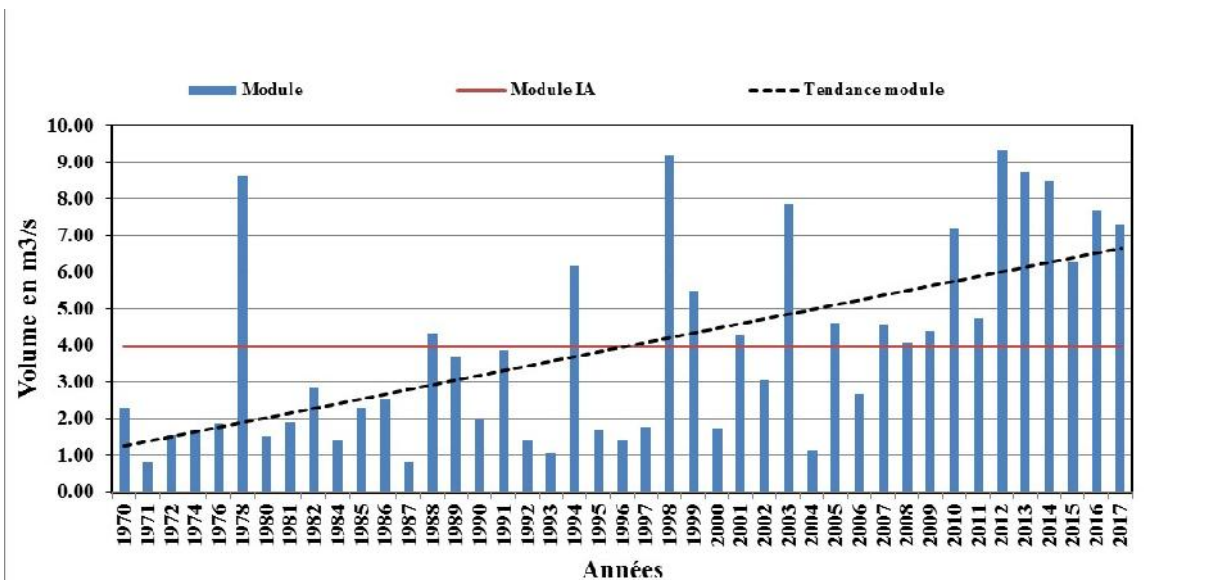


Figure 1.78 : Evolution des modules du Gorouol à Koriziéna de 1970 à 2017

Tableau 1.24 : Ecoulements du Gorouol à Koriziéna 2016 et 2017

Station	S.B.V (km ²)	Nombre d'années de suivi	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1970-2017)	2016	2017	IA (1970-2017)
Koriziéna	2500	43	7,66	7,29	3,96	242,2	229,91	124,90

Les modules ont varié entre 0,80 m³/s en 1971 et 9,32 m³/s en 2012.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1.80), fait apparaître trois périodes bien distinctes :

- une longue période sèche de 1970 à 1997 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 1998 à 2006 ;
- une période humide de 2007 à 2017.

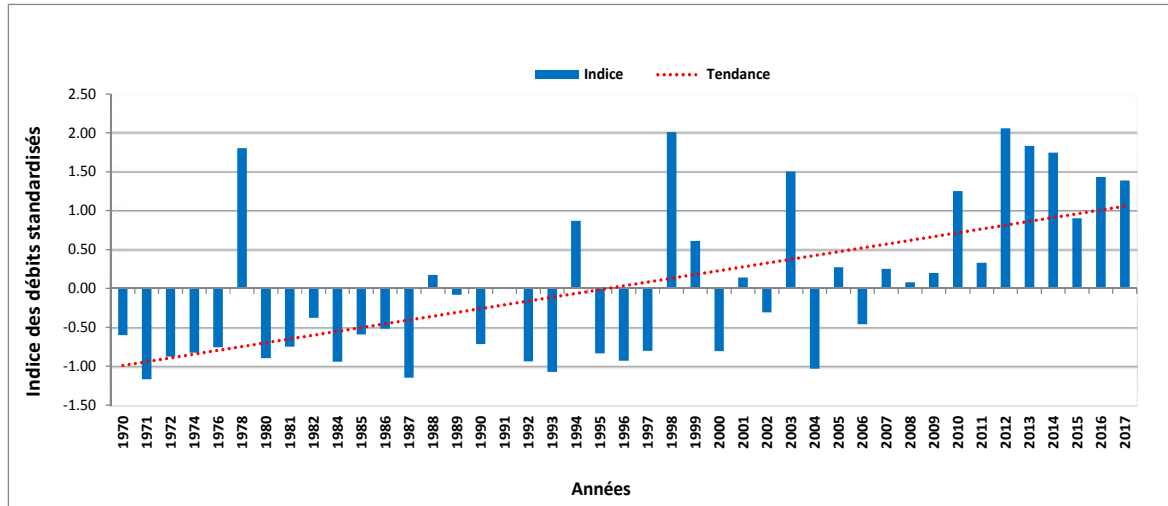


Figure 1.79 : Indice des modules standardisés du Gorouol à Koriziéna

4.4.3.3. Le Yali à Sebba

a) Caractéristiques du bassin

Code ORSTOM (IRD)	: 1201505010
Coordonnées	: Latitude 13° 26' N – Longitude 00° 30' E
Bassin versant	: 2280 Km ² .
Date d'installation	: Ancienne station : 28 avril 1976 – réouverture 14 mai 1981. Nouvelle station : 20 février 1985.
Equipement	: Ancienne station : Limnimètre 0-2 m en élément métriques sur IPN 80 Limnigraphe à table déroulante, réduction 1/10 Nouvelle station : Eléments E 0-1 et E 1-2.
Repère	: Borne SH, réinstallée le 18 juin 1981 (ancienne station)
Zéro de l'échelle	: 1,175 m à partir de 1981 (ancienne station). En 2016 une nouvelle borne a été installée en rive gauche sous un baobab situé à gauche de la voie qui mène à la station. Il faut préciser que le zéro de l'échelle n'a pas changé.

b) Historique

Le Yali couvre un bassin versant de 2280 km² de superficie.

La première station a été installée par l'ORSTOM pour les besoins du programme de lutte contre l'onchocercose. Elle est située en rive gauche près de SEBBA, au droit du poste

administratif. Le terrain environnant est plat de sorte que le lit est peu marqué. Il est encombré d'arbres entre lesquels serpentent les chenaux mineurs ; la section n'est pas propice aux jaugeages. Les échelles sont restées sans observations régulières jusqu'en mai 1981 au moment de l'installation du limnigraphe à proximité des échelles.

Le 20 février 1985, il a été installé une nouvelle station à 5 km en aval de l'ancienne. La batterie d'échelles est composée de deux éléments E 0-1 et E 1-2.

Le 21 février 1986 une borne a été installée en rive droite, à 1,5 km environ de la station, près de la route allant à Liptougou, afin de caller l'échelle à la nouvelle station.

c) Jaugeages et étalonnages

Une vingtaine (20) de jaugeages ont été exécutés entre 1976 et 2014 (errata corriger nombre de jaugeages en 2016).

Les visites à la station sont impossibles en saison des pluies dans la mesure où les routes conduisant à SEBBA sont impraticables.

d) Analyse des écoulements

Les écoulements à Sebba sont tributaires de la pluviométrie.

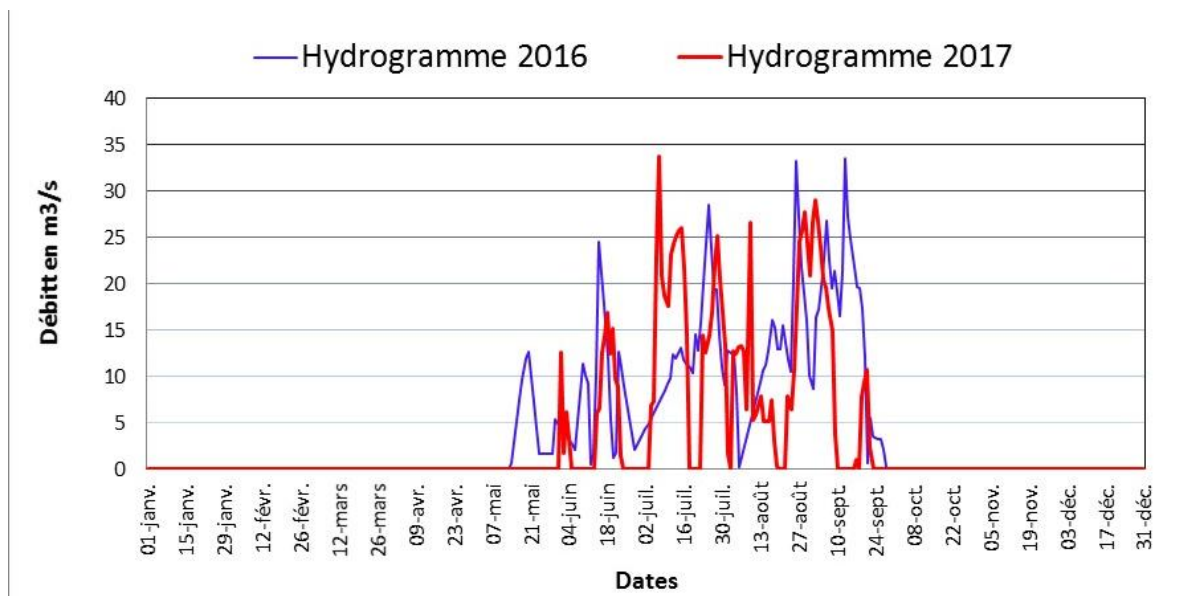


Figure 1.80: Hydrogrammes du Yali à Sebba 2016 et 2017

La superficie du bassin versant est de 2280 km². Les écoulements sont intermittents mais peuvent atteindre rapidement des valeurs exceptionnelles.

Les écoulements ont commencé le 1^{er} juin 2017 et ont pris fin le 23 septembre 2017 (Figure 1.81). On note au cours de la période d'écoulement une succession de crues avec des pointes dont le maximum instantané de 33,75 m³/s a été observé le 7 juillet de la même année.

Par contre en 2016, les écoulements ont commencé le 15 mai et ont pris fin le 28 septembre, on note également une succession de crues qui ont été enregistrées avec des pointes dont le maximum instantané de 33,5 m³/s a été observé le 13 septembre.

Le module de 2017 qui est de 3,03 m³/s correspond à un volume annuel écoulé de 96 millions de m³.

La lame d'eau écoulée est de 41,9mm (Figure 1.81, Tableau 1.25). En 2016, le module était de 4,94 m³/s pour un volume de 156,215 millions de m³ correspondant à une lame écoulée de 68,5mm (Figure 1.83).

La situation de 2017 comparée à celle de 2016 est déficitaire et présente un déficit d'écoulement de 60,215 millions de m³.

La pluviométrie moyenne sur le bassin est de 531,5mm en 2017 et 519mm en 2016. Les coefficients d'écoulement sont de 7,89% en 2017 et de 13,2% en 2016.

Le coefficient d'écoulement (Ke) de la moyenne IA (1970-2017) est de 9,92 %.

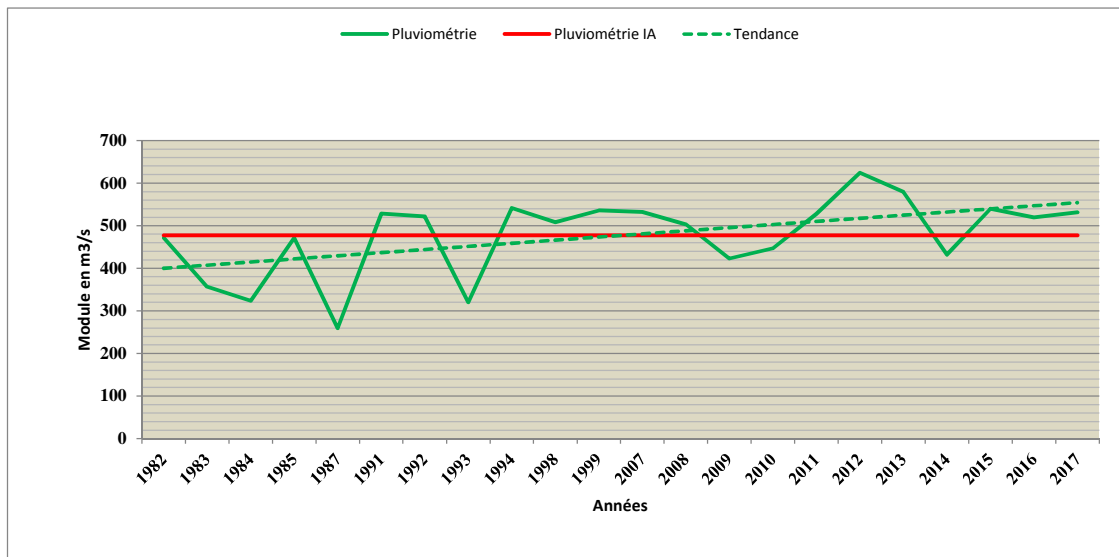


Figure 1.81 : Pluies moyennes annuelles du bassin du Yali à Sebba de 1960 à 2017

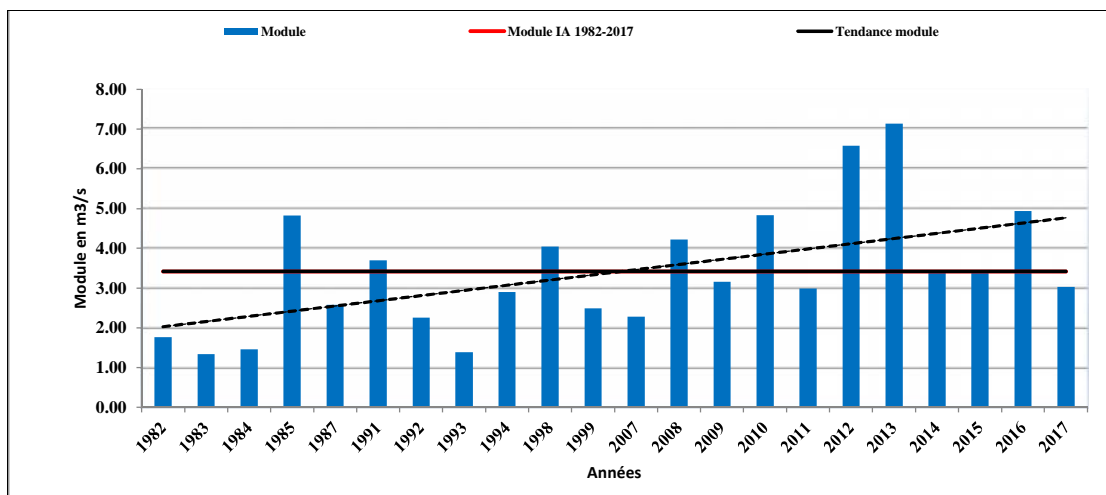


Figure 1.82 : Evolution des modules (1982 à 2017) du Yali à Sebba

Tableau 1.25 : Ecoulement du Yali à Sebba

Station	S.B.V (km ²)	Nombre d'années de suivis	Débit m ³ /s			Volume écoulé (Mm ³)		
			2016	2017	IA (1982-2017)	2016	2017	IA (1982-2017)
Sebba	2280	22	4,94	3,03	3,42	156,215	96	108

Les modules ont varié entre 1,34 m³/s en 1983 et 7,14 m³/s en 2013.

Sur le graphique de l'évolution des modules, on observe une nette tendance à la hausse. Il faut noter que la même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels.

L'étude des indices des modules standardisés (Figure 1.83), fait apparaître trois périodes bien distinctes :

- une longue période sèche de 1982 à 2007 ;
- une période alternée d'années humides et d'années sèches de 2008 à 2011 ;
- une période humide de 2012 à 2017.

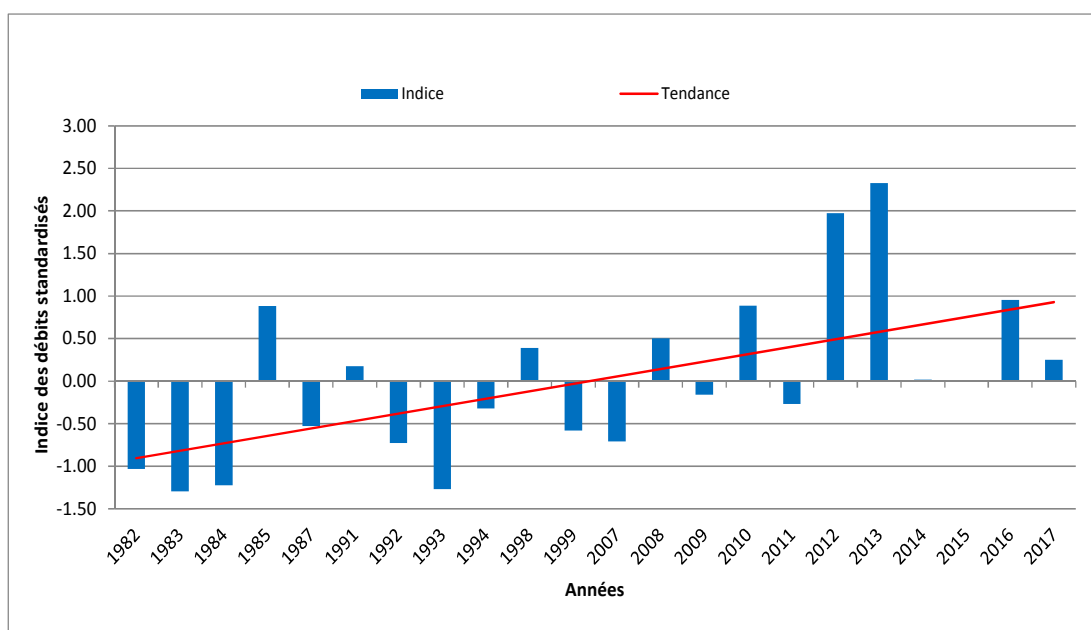


Figure 1.83: Evolution des indices des modules standardisés du Yali à Sebba

4.4.4. Situation du remplissage des retenues d'eau sélectionnées

4.4.4.1. Le barrage de la Tapoa à Diapaga

a) Historique

Le barrage de la Tapoa à Diapaga est un ouvrage à vocation agropastorale. La superficie de son bassin versant est de 2374 km² et sa capacité au Plan d'Eau Normal (PEN) est de 13,23 Mm³. La longueur digue plus déversoir fait 920 m, la longueur du déversoir radier est de

246 m. La superficie du PEN est de 1322 ha. Les échelles pour le suivi des hauteurs d'eau ont été installées en 1984 et les lectures sont faites depuis par un observateur d'échelle.

Dans le cadre de l'exécution des activités du Projet GIRE2_Niger HYCOS_ DGRE, une mission de la DGRE a sélectionné en décembre 2013 dans le bassin du Niger au Burkina, un certain nombre de stations favorables à l'installation des nouveaux équipements. Ces nouveaux équipements qui sont des enregistreurs automatiques numériques devraient permettre dès leur installation de renforcer et de moderniser le réseau de suivi hydrométrique dans le bassin du Niger au Burkina.

Ainsi du 11 au 20 juin 2014 une mission conjointe DGRE / ABN s'est déroulée dans la Région de l'Est du Burkina et a installé deux (02) enregistreurs automatiques respectivement sur les barrages de la Tapoa à Diapaga et de la Sirba à Bilanga.

La plateforme a fonctionné mais en 2015, le barrage de la Tapoa à Diapaga a été réfectionné. L'échelle hydrométrique et le Nimbus ont été désinstallés à cet effet. Après les travaux une nouvelle batterie d'échelle a été réinstallée avec une nouvelle borne. La borne hydrologique (SH) se trouve à 4373 mm du zéro de l'échelle. Elle est située sur la digue en rive droite. Cependant l'enregistreur automatique n'a pas été réinstallé.

b) Analyse du remplissage

Le 1^{er} janvier 2017, le volume qui était de 9,12 millions de m³ a diminué jusqu'à atteindre un minimal de 3,044 millions de m³ le 29 et le 30 mai 2017. Les premiers apports ont été enregistrés le 01 juin 2017 et le 26 mai 2016. En 2016 et en 2017, le barrage a connu un déversement.

Au 31 décembre 2017 le volume était de 8,20 millions de m³, soit 61,98 % de sa capacité maximale contre 9,12 millions de m³, soit 68,97 % de sa capacité maximale en 2016. La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date (Figure 1.84, Tableau 1.26).

Pour les volumes maximaux, le coefficient de remplissage de 2017 est de 114 % contre 124 % en 2016.

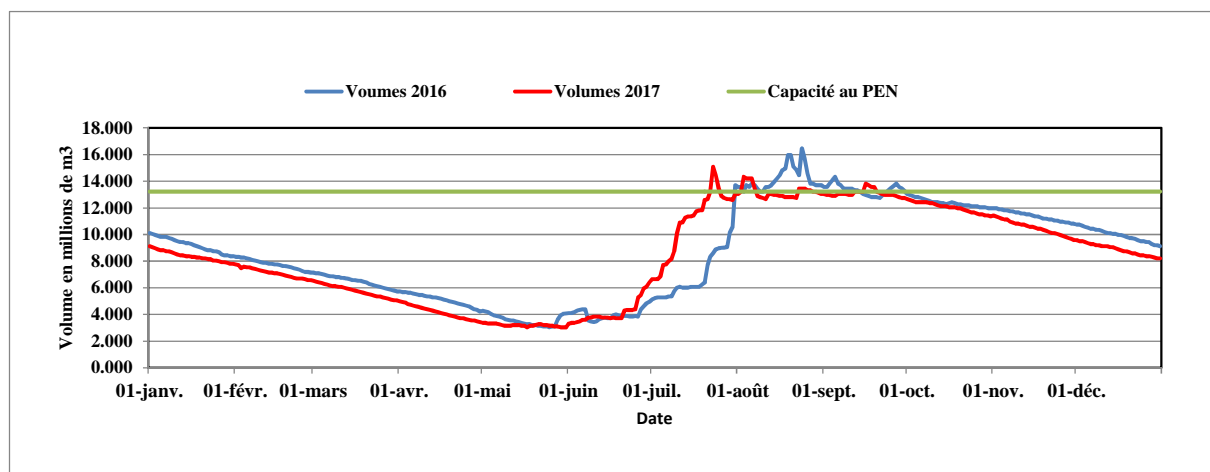


Figure 1.84: Situation de remplissage du barrage de la Tapoa à Diapaga

Tableau 1.26 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de la Tapoa à Diapaga entre 2016 et 2017 (Mm de m3)

	2016			2017			Ecart 2017- 2016 en million de m3
	Volume stocké en million de m3	Date	Coefficient de remplissage %	Volume stocké en million de m3	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	10.13	01/01/2016	76.53	9.12	01/01/2017	68.93	-1.005
Volume maximal annuel	16.46	24/08/2016	124.43	15.08	23/07/2017	113.98	-1.382
Volume minimal annuel	3.044	25/05/2016	23.01	3.044	29 au 30/05/2017	23.01	0.000
Volume au 31 décembre	9.125	31/12/2016	68.97	8.20	31/12/2017	61.98	-0.925
Nbre de jours de déversement	52			17			

Le graphique ci-dessous (Figure 1.86) présente une chronique des remplissages maximaux de 2008 à 2017. La tendance des remplissages maximaux sur les 10 dernières années est à la hausse.

Le graphique ci-après (Figure 1.86) représente une chronique des niveaux des plus basses eaux et des plus hautes eaux du barrage de Diapaga sur les dix dernières années. Ces niveaux ont varié entre 2,24 Millions de m3 en 2015 et 4,45 Millions de m3 en 2013.

On note une légère hausse de la tendance pour les maximaux et une légère baisse pour les minimaux. (Figure 1.86 et 1.87).

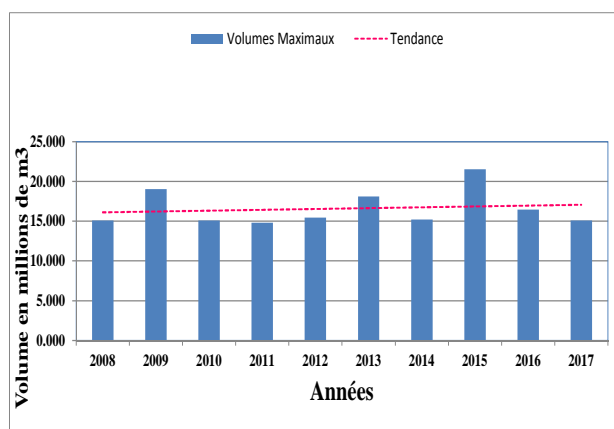


Figure 1.85: Volumes maximaux stockés au barrage de la Tapoa à Diapaga de 2008 à 2017

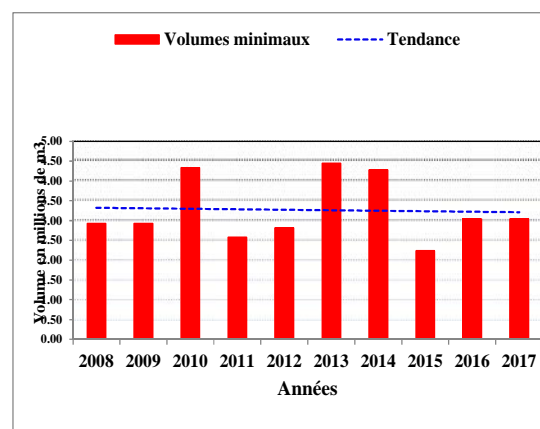


Figure 1.86: Volumes minimaux stockés au barrage de la Tapoa à Diapaga de 2008 à 2017

4.4.4.2. Le barrage de Seytenga

a) Historique

Le barrage de Seytenga a été construit en 1978. La superficie du bassin versant est de 390 km². C'est un barrage aux fins de consommation humaine, pastorale et agricole. La capacité du plan d'eau normal est de 7.3 millions m³ pour une superficie de 520,66 ha. La bathymétrie du réservoir a été faite par l'O.N.B.A.H en 1989 au profit de la DGIRH (ex DIRH) dans le cadre de l'exécution du projet PNUD/BKF/88/002.

b) Analyse du remplissage

Le 1^{er} janvier 2017, le volume qui était de 4,95 millions de m³ a diminué pour atteindre un minimal de 1,80 millions de m³ le 31 décembre 2017 (Figure 1.87, Tableau 1.27).

Les premiers apports ont été enregistrés le 14 juin 2017 et le 16 juin 2016.

Le barrage a déversé pendant 143 jours en 2017 et 123 jours en 2016.

Au 31 décembre 2017, le volume était de 4,37 millions de m³, soit 60% de sa capacité contre 4,95 millions de m³, soit 67,8 % de sa capacité en 2016.

La situation au 31 décembre 2017 est jugée déficitaire par rapport à celle de 2016 à la même date.

Pour les volumes maximaux, 2017 enregistre 14,08 millions de m³ avec un coefficient de remplissage de 193 % contre 11,66 millions de m³ avec 160 % en 2016.

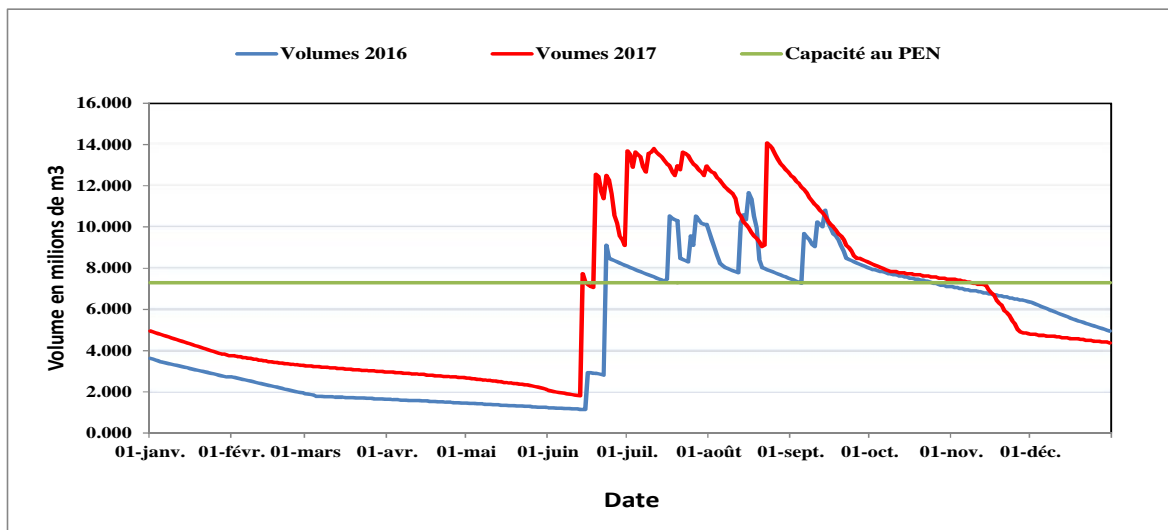


Figure 1.87: Situation de remplissage du barrage de Seytenga 2016 et 2017

Tableau 1.27 : Volumes caractéristiques stockés dans le barrage de Seytenga entre 2016 et 2017 (Mm de m3)

	2016			2017			Ecart 2017-2016 en million de m3
	Volume stocké en million de m3	Date	Coefficient de remplissage %	Volume stocké en million de m3	Date	Coefficient de remplissage %	
Volume au 1er janvier	3.63	01/01/2016	49.67	4.95	01/01/2017	67.81	1.324
Volume maximal annuel	11.66	16/08/2016	159.68	14.08	23/08/2017	192.89	2.424
Volume minimal annuel	1.15	13 au 15/06/2016	15.71	1.80	13/06/2017	24.66	0.653
Volume au 31 décembre	4.95	31/12/2016	67.81	4.37	31/12/2017	59.86	-0.580
Nbre de jours de déversement	123			143			

Les graphiques ci-dessous (Figure 1.88 et 1.89) présentent respectivement des chroniques des volumes maximaux et minimaux de 2008 à 2017. Les tendances des volumes sont légèrement à la hausse sur les 10 dernières années.

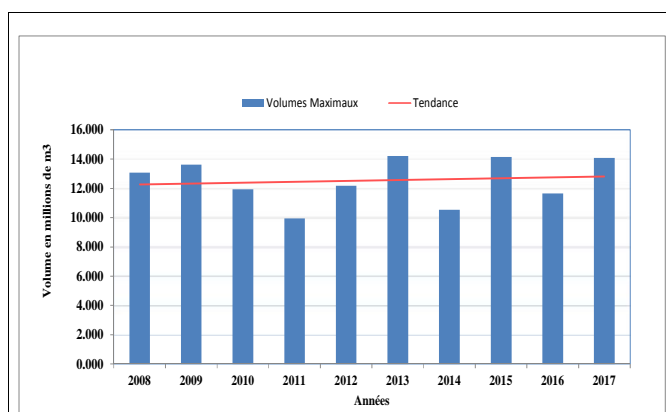


Figure 1.888: Volumes maximaux du barrage de Seytenga de 2008 à 2017

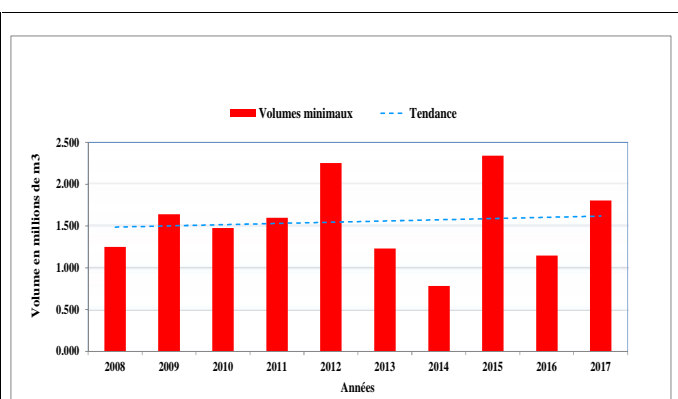


Figure 1.89: Volumes minimaux du barrage de Seytenga de 2008 à 2017

V. Caractéristiques hydrologiques

Pour la compréhension des caractéristiques hydrologique (Tableau 1.28), il importe de faire connaissance des terminologies suivantes :

- le débit moyen annuel Q (m^3/s) = $\frac{\sum Q_j}{365}$; avec Q_j étant les débits journaliers enregistrés pendant l'année.
- le débit moyen interannuel Q_i (m^3/s) = $\frac{\sum Q}{N}$; avec N le nombre d'années de la série de données.
- le volume moyen annuel V (m^3) = $Q \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600$.
- la lame d'eau annuelle écoulée à un exutoire : Le (mm) = $\frac{1000 \cdot V(m^3)}{\text{Surface du bassin}(m^2)}$.
- le coefficient d'écoulement ke (%) = $\frac{100 \cdot Le}{\text{Pluie moyenne annuelle}}$.

Tableau 1.28 : Tableau de synthèse des Caractéristiques hydrologiques

Cours d'eau	Station	Superficie du Bassin Versant (Km ²)	Nombre d'années	Débit (m ³ /s)			Volume écoulé (Mm ³)			Lame d'eau écoulée (mm)			Coefficient d'écoulement Kr (%)		
				2016	2017	IA	2016	2017	IA	2016	2017	IA	2016	2017	IA
COMOE	FOLONZO	9480	46	22,8	21,1	20,9	719,4	665,5	659,9	75,9	70,2	69,6	7,21	7,71	6,3
LERABA	YENDERE	5930	58	37,1	20,1	29,3	1174,1	632,6	924,6	198,0	106,7	155,9	18,80	11,72	14,6
MOUHOUN	SAMENDENI	4580	63	19.2	4.00	14.9	606.4	126.1	468.3	132.4	27.5	102.3	11.12	3.69	10.64
MOUHOUN	BOROMO	37000	63	48.6	28.4	34.4	1532.8	895.5	1083.6	41.4	24.2	29.3	4.22	2.74	3.17
MOUHOUN	DAPOLA	67000	63	131.0	82.4	99.5	4129.2	2600.0	3137.7	61.6	38.8	46.8	6.11	4.28	4.87
NAKANBE	RAMBO	2375	34	2,22	3,54	1,67	70,01	111,64	52,67	29,48	47,01	22,17	3,20	5,28	3,33
NAZINON	ZIOU	10700	48	21,5	5,36	13,9	678	169	438,4	63,37	15,80	40,97	5,78	1,66	4,77
BONSOAGA	DAGOU	5892	26	8,01	4,90	3,90	253,295	154 ,53	122,989	42,99	26,3	20,86	5,12	3,2	2,66
GOROUUOL	KORIZENA	2500	43	7,66	7,29	3,96	242,20	229,91	124,97	96,89	91,96	49,99	18,67	17,30	10,48
YALI	SEBBA	2280	22	4,94	3,03	3,42	156,215	96	108	68,5	41,9	47,3	13,20	7,89	9,92

Conclusion partielle

L'année hydrologique 2017 a été marquée par des écoulements déficitaires à excédentaires par rapport à la normale hydrologique sur l'ensemble des quatre bassins versants nationaux.

Par rapport à l'année hydrologique 2016, les écoulements de 2017 sont déficitaires sur l'ensemble des bassins à l'exception de la station de Rambo dans le bassin du Nakanbé qui est excédentaire, comparativement à l'année 2016.

L'analyse de l'évolution historique des ressources en eau au niveau des quatre bassins versants nationaux fait ressortir que :

Pour le bassin de la Comoé : la situation est variable d'une station à l'autre : A la station de Yendéré sur la Léraba de 1960 à 2017, les modules ont varié entre 5,39 m³/s en 1984 et 62,5 m³/s en 1965, Les débits montrent une tendance générale à la baisse sur la période d'observation (1960-2017), Par contre, à la station de Folonzo sur la Comoé, de 1970 à 2017, les modules ont varié entre 2,48 m³/s en 1983 et 42,8 m³/s en 2014, On note une légère tendance à la hausse des modules,

Pour le bassin du Mouhoun, de 1955 à 2017 à Samendeni les modules ont varié entre 3,2 m³/s en 1984 et 26,8 m³/s en 1961. On observe sur la même période une légère tendance à la baisse des modules.

La même tendance est observée au niveau des cumuls pluviométriques annuels. A la station hydrométrique de Boromo, de 1955 à 2017 ces modules ont varié entre 5,72 m³/s en 1984 et 65,6 m³/s en 1999. La période se caractérise par une légère tendance à la baisse aussi bien pour les modules que pour les cumuls pluviométriques annuels. Les modules à Dapola ont varié de 1955 à 2017, entre 29,2 m³/s en 1984 et 204 m³/s en 1999. La période se caractérise par une légère tendance à la hausse des modules et une légère tendance à la baisse des cumuls pluviométriques annuels.

Pour le bassin du Nakanbé, sur les périodes d'observation respectives de 1983-2017, les modules ont varié entre 0,30 m³/s en 1995 et 4,45m³/s en 2012 à Rambo et de 1963-2017, les modules ont varié entre 3,23 m³/s en 1984 et 33,2 m³/s en 1994 à Ziou, On note sur la même période une très légère tendance à la hausse des modules,

Pour le bassin du Niger, les débits moyens sont supérieurs à la moyenne interannuelle pour la station de Dagou et de koriziéna et inférieurs à la moyenne interannuelle pour la station de sebba. D'une manière générale, on note une nette tendance à la hausse des débits depuis 1973.

PARTIE 2 : HYDROGEOLOGIE

Introduction

La présente partie du document synthèse du suivi des ressources en eau 2017 donne par ensemble géologique la situation du niveau des nappes d'eau en 2017 au Burkina Faso. Celle-ci est basée sur une analyse des données collectées sur le réseau piézométrique national.

Ce réseau est mis en place pour la surveillance quantitative et qualitative des nappes respectivement à travers des mesures de niveau statique (NS) et des mesures de paramètres de qualité des eaux.

Il est composé d'un ensemble de piézomètres repartis sur l'ensemble du pays dans lesquels des mesures sont faites de manière périodique.

Les données collectées sur les niveaux statiques servent entre autres à :

- Suivre l'évolution annuelle et interannuelle des niveaux des nappes dans le milieu naturel ;
- Constituer des chroniques de données continues pour déterminer sur une longue période des « valeurs caractéristiques » des aquifères ;
- Détecter le cas échéant d'éventuels signes de surexploitation ou déterminer les aquifères où les actions prioritaires sont à engager ;
- Examiner l'impact des changements climatiques sur les aquifères ;
- Fournir des informations adaptées et fiables aux décideurs et aux usagers sur l'état de la ressource.

Le présent document présente l'évolution annuelle du niveau des nappes en mettant un accent particulier sur la situation de l'année 2017.

Ainsi, il présente une analyse de la situation du niveau de la nappe en 2017 par rapport aux années précédentes. Un rapprochement a été effectué entre la variation de la pluviométrie et celles de la piézométrie afin d'apprécier les liens spécifiques entre pluie et niveau de la nappe.

Cette partie est articulée de la manière suivante :

- Contexte géologique et hydrogéologique
- Présentation du réseau piézométrique national
- Situation du suivi piézométrique par ensemble aquifère

I. Contexte géologique et hydrogéologique du Burkina

La géologie du Burkina Faso se compose essentiellement de roches cristallines sur près de 225 000 km² soit environ 80% de la superficie du pays. Le reste du pays est recouvert de formations sédimentaires, constitués essentiellement de formations anciennes de l'Infracambrien qui se retrouvent également au Mali, et de celles plus récentes du Continental Terminal.

Ces deux ensembles géologiques définissent deux grands types d'aquifères qui déterminent très largement la disponibilité des ressources en eau souterraine.

On distingue :

- i) le système aquifère sédimentaire qui recouvre la partie Ouest, Nord et Sud Est du pays.

Dans la partie occidentale, appartenant au bassin du Taoudéni, il est à dominance gréseuse.

Dans sa partie Nord qui constitue le prolongement des formations sédimentaires infracambriennes de la bordure SE du Gondo mais surtout celles de la bordure Sud du Gourma, il est constitué des formations calcaires parfois karstiques.

Au Sud-Est, il y a l'aquifère Voltarien qui se prolonge au Bénin et au Ghana.

Le système aquifère sédimentaire dans son ensemble, renferme généralement de très bons aquifères.

- ii) le système aquifère de socle de type fissuré, discontinu, correspondant à des formations cristallines ou volcano-sédimentaires métamorphisées.

Dans cette zone, la productivité des aquifères est liée à la présence de fractures mais aussi au type de roche, dont les types de fracturation et d'altération spécifiques entraînent des capacités de stockage différentes.

II. Présentation du réseau piézométrique national

2.1. Historique

Le besoin de suivi de l'évolution du niveau des nappes souterraines au niveau du Burkina Faso a été ressenti en premier lieu par des programmes de recherche et de réalisation d'ouvrage d'exploitation. Les données étaient collectées dans divers endroits à travers le pays mais n'étaient pas centralisées.

Le premier piézomètre a été réalisé en 1978 par le Comité Inter-Etat d'Etudes Hydrauliques(CIEH). C'est en 1992 avec le projet Bilan d'Eau, qu'a été mis en place un Réseau Primaire National (RPN) dont la gestion a centralisé au niveau du ministère de tutelle. Conçu pour suivre l'évolution naturelle du niveau des nappes, ce réseau était censé couvrir l'ensemble des zones climatiques, géomorphologiques, et des types d'aquifères du pays. Il comptait alors soixante-huit (68) Piézomètres réalisés par divers projets et repartis sur vingt-cinq (25) sites.

En 1996, il a été initié une étude de soutien à l'optimisation du réseau national au sein de la Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DIRH) qui a fait l'état des lieux du réseau piézométrique, et qui a mis à jour les données existantes. Ce projet a proposé un système décentralisé de la collecte des données.

En 2004, le réseau piézométrique existant a été élargi avec le rattachement au Réseau Primaire National (RPN), de neuf (09) piézomètres du réseau secondaire de la Boucle du Mouhoun ; puis par la suite, à deux (02) autres du réseau secondaire de l'Est. Ceci portait donc à soixante-dix-neuf (79) le nombre de piézomètres du RPN.

Dans le cadre du Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau(PAGIRE) adopté en 2003, et plus spécifiquement en ce qui concerne le Système National d'Information sur l'Eau (SNIEau), une mission d'appui à la Direction Générale des Ressources en Eau en matière de suivi piézométrique a proposé en 2008 le renforcement du RPN. Ceci a conduit à la réalisation de 46 nouveaux piézomètres principalement dans les Bassins du Nakanbé et du Niger. Avec ces nouvelles réalisations, en 2008, le RPN comptait cent vingt-cinq (125) piézomètres repartis sur 60 sites. Certains sites peuvent comprendre plusieurs piézomètres et certains piézomètres peuvent eux-mêmes être équipés de plusieurs tubes piézométriques captant des niveaux différents (aquifères d'altérations et du socle en général).

2.2. Situation actuelle du réseau de suivi piézométrique

Sur les 125 piézomètres du réseau, 94 piézomètres repartis sur 52 sites sont opérationnels à ce jour (voir liste en annexe 1). Le reste est soit bouché, asséché soit défectueux pour cause d'actes de vandalisme. Leur répartition sur les différents bassins nationaux est synthétisée sur le tableau ci-après.

Tableau 2.1 : Situation du réseau piézométrique par bassin hydrographique national

Bassin national	Nombre de piézomètres	Poids dans le réseau national (%)	Densité du réseau pour 1000 km ²
Comoé	6	6,4	0,34
Nakanbé	46	48,9	0,56
Niger	31	33,0	0,34
Mouhoun	11	11,7	0,12
National	94	100	0,34

Les bassins du Niger et du Nakanbé comptent le plus grand nombre de piézomètres à cause des 46 nouveaux piézomètres réalisés sur financement PAGIRE en 2008. Cela a contribué à nettement améliorer la densité du réseau dans le bassin du Nakanbé qui est passée de 0,29 à 0,56. Les bassins de la Comoé et du Mouhoun demeurent faiblement couverts.

De manière générale, le suivi des ressources en eau souterraine a débuté en 1978 avec la réalisation du premier piézomètre par le CIEH. Sur la période allant de 1993 à 2006, une insuffisance de suivi a été constatée sur le RPN ; cela s'explique par l'indisponibilité des ressources humaines, financières et matérielles sur la période considérée.

Les mesures sont faites sur le terrain par des observateurs locaux. Ils effectuent au moins deux (02) mesures par semaine pour les besoins du suivi piézométrique. Les Unités de Collecte et de Diffusion de l'Information sur l'Eau (UCDIEau) assurent le suivi du réseau et la collecte des données auprès des observateurs. Ces données sont transmises au niveau central pour capitalisation, traitement, validation, stockage dans les bases de données et valorisation.

La représentation spatiale du réseau piézométrique national est présentée sur la figure 2.1 suivante :

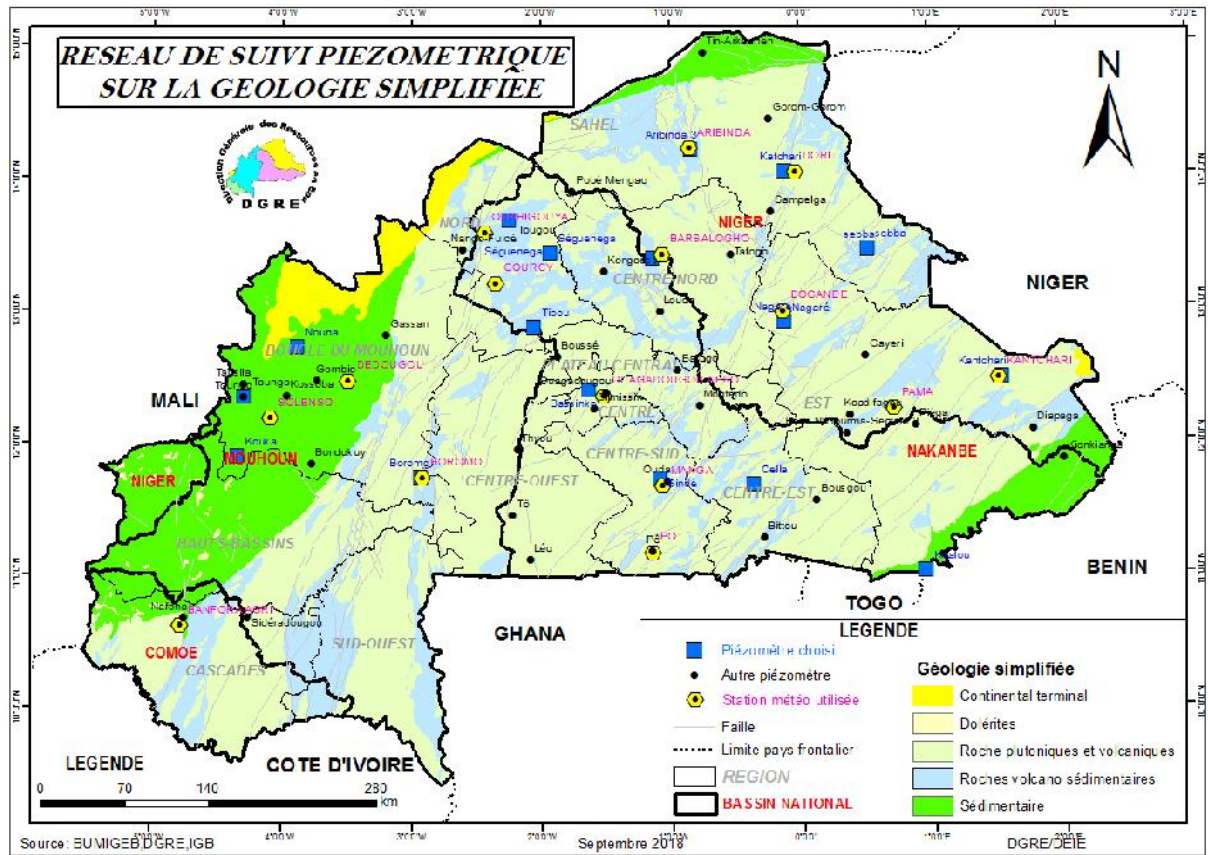


Figure 2.1 : Représentation du réseau piézométrique national

III. Méthodologie

Pour l'élaboration du présent document une méthodologie a été définie afin de rendre disponible l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension du comportement des nappes. Elle se décrit à travers le choix des sites et le traitement des données.

3.1. Choix des piézomètres

Les piézomètres choisis pour l'élaboration du présent document ont été sélectionnés suivant un certain nombre de critères que sont :

- la régularité du suivi piézométrique et la qualité des données
- les unités géomorphologiques typiques (bas-fond, plateau)
- une bonne distribution spatiale en tenant compte des principaux aquifères captés et des zones climatiques.

3.2. Traitement des données

Dans le document synthèse du suivi des ressources en eau, édition 2016, l'ensemble des chroniques des piézomètres retenus avait été représentées et analysées. Pour la présente édition, le choix des piézomètres a été affiné en tenant compte des piézomètres disposant de données fiables en 2017. Ainsi par rapport à l'édition 2016, on note des ajouts et des retraits de certains piézomètres (absence de données en 2017).

L'évolution des chroniques ayant déjà fait l'objet d'analyses, l'accent sera mis sur l'évolution annuelle du niveau des nappes. Néanmoins, pour permettre une meilleure compréhension du comportement des nappes, l'ensemble des chroniques des piézomètres complémentaires n'ayant pas fait l'objet d'analyse en 2016, seront présentés en annexe.

Pour l'ensemble des piézomètres utilisés dans le présent document synthèse, les données des six dernières années ont été extraites de la base de données « SIG PIEZO » et traitées suivant les besoins de l'analyse. C'est ainsi que les niveaux piézométriques moyens mensuels ont été calculés afin de disposer de séries à pas de temps mensuel pour tous les piézomètres.

A partir de ces données, les courbes d'évolution du niveau piézométrique ont été tracées afin d'analyser l'évolution du niveau piézométrique en 2017 comparativement à celle de 2016 ainsi qu'à la moyenne des niveaux piézométriques des 5 dernières années (2012-2016).

Aussi, l'évolution des niveaux piézométriques a été mise en relation avec celle des précipitations de la station météorologique la plus proche afin d'apprécier les liens spécifiques.

IV. Situation des nappes en 2017 par rapport aux années précédentes

4.1. Domaine de socle

- 0Piézomètres de Séguénéga

Le piézomètre SE2 de Séguénéga situé dans un bas-fond a été réalisé en 2009. Une courbe de l'évolution du niveau piézométrique sur la période allant de 2009 à 2017(annexe 2) indique une tendance générale à la hausse du niveau de la nappe captée par ce piézomètre qui peut être estimé à environ 2,8m. Les processus de remontées et de baisse du niveau de la nappe sont assez visibles sur le graphe.

Cette tendance à la hausse est confirmée par un focus sur l'évolution de la nappe en 2017. En effet, la courbe de l'évolution de la nappe en 2017(figure 2.2) est légèrement au-dessus

de celle de 2016 et de celle de la moyenne des cinq (05) dernières années surtout sur le graphe de Séguénéga SE2. Toutefois, cette évolution est un peu contradictoire avec la pluviométrie car l'année 2016 a été plus abondante (920,8mm) que l'année 2017(891,1mm). Une cote piézométrique maximale de 313,72m a été atteinte en 2017 contre 313,57m en Décembre 2016. Les minimaux sont de 316,86 m en Juin 2016 et 313,32 en Mai 2017.

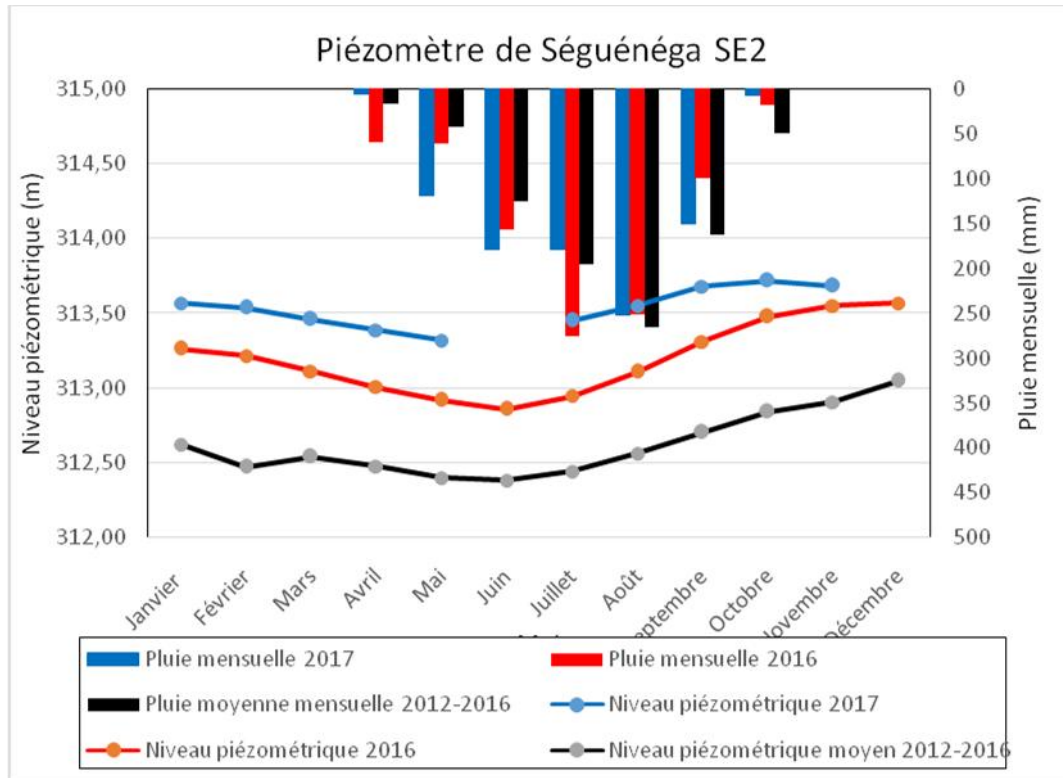


Figure 2.2 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel à Séguénéga en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années

- Piézomètres de Sebba

Le piézomètre de Sebba SE6 a été réalisé en 2009 et dispose de données entre 2009 à 2017. On observe une tendance générale à la baisse du niveau de cette nappe (annexe 3) sur la période considérée de l'ordre de 6 m malgré la régularité de la pluviométrie. Cette baisse pourrait être liée à une probable augmentation de l'exploitation de cette nappe.

La courbe d'évolution du niveau de la nappe à Sebba en 2017 est en dessous de la moyenne des cinq (05) dernières années au niveau de ce piézomètre. On note un niveau piézométrique en 2017 en dessous de celui de 2016 et des cinq dernières années (figure 2.3). La pluviométrie quant à elle semble assez constante sur ces dernières années. Les extrema de cotes piézométriques enregistrées en 2016 et 2017 sont respectivement de 245,11m (en décembre 2016) et 245,14m (en décembre 2017) pour ce qui est des maximales. Les cotes minimales sont de 244,42m (en Juillet 2017) et 244,04m (en Juillet 2016). Les amplitudes saisonnières sont assez évolutives sur ces dernières années. On note une amplitude de 1,52m en 2017 puis 1,07m en 2016. Sur la moyenne des cinq dernières années, l'amplitude saisonnière est de 0,70m.

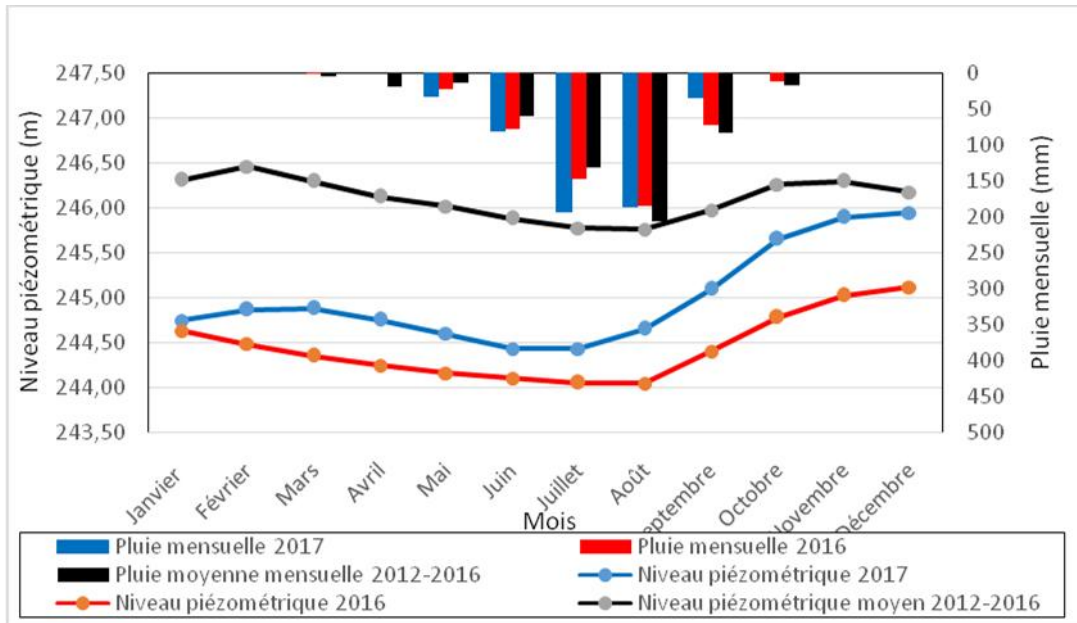


Figure 2.3 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Sebba SE6

- Piézomètre de Boromo

Le piézomètre de Boromo fait partie des neuf (09) piézomètres du réseau secondaire de la Boucle du Mouhoun intégrés dans le réseau primaire en 2004. Son niveau piézométrique est en hausse depuis 2004 et est bien marqué par des variations saisonnières (document synthèse sur le suivi des ressources en eau, 2016). Cela est confirmé par le graphe de la figure 2.4 présentant l'évolution du niveau piézométrique en 2017. On observe malgré des lacunes sur certains mois un niveau piézométrique bien au-dessus de celui des cinq (05) dernières années et de celui de 2016 en période de basses eaux. Toutefois, en période de hautes eaux le niveau piézométrique de 2017 n'atteint pas celui de 2016. Cela pourrait trouver son explication dans la pluviométrie qui est plus abondante en 2016 (932mm) qu'en 2017 (881mm). Aussi, les amplitudes saisonnières ont évolué entre 2,53 m en 2017 et 4,39 m en 2016. Sur la moyenne des cinq dernières années, l'amplitude saisonnière est de 3,04m.

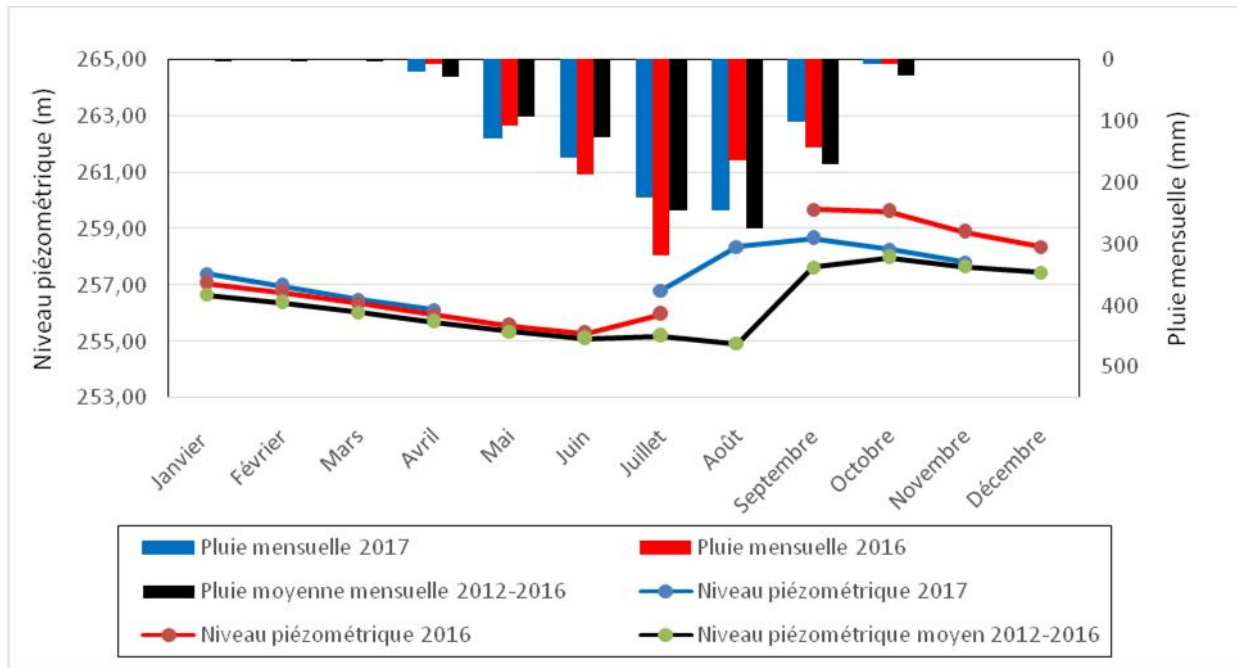


Figure 2.4 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Boromo

- Piézomètre de Kantchari

Réalisé en septembre 2008, ce piézomètre fait partie des 46 piézomètres réalisés par le PAGIRE dans le cadre du renforcement du réseau piézométrique national en 2008. Pour l'année 2017, on observe un niveau piézométrique (figure 2.5) plus bas que celui de la moyenne des cinq dernières années. Toutefois, en comparaison de l'année 2016 on retrouve un niveau piézométrique plus bas pendant le premier semestre de l'année puis avec la saison pluvieuse ce niveau piézométrique vient surpasser celui de 2016 du fait de la pluviométrie plus abondante en 2017 (On note une pluviométrie de l'ordre de 736 mm en 2016 contre 812 mm en 2017). Les amplitudes saisonnières sont respectivement de 1,1m en 2017 puis 0,96m en 2016. Sur la moyenne des cinq dernières années l'amplitude saisonnière est de 0,86m. La cote piézométrique maximale enregistrée a été de 368,99m en 2017 contre 368,96m en 2016. Cette nappe réagit incontestablement aux apports pluviométriques et les différents processus de remontées/baisse du niveau de la nappe ainsi que sa réaction lente aux apports de pluie sont assez visibles sur le graphe.

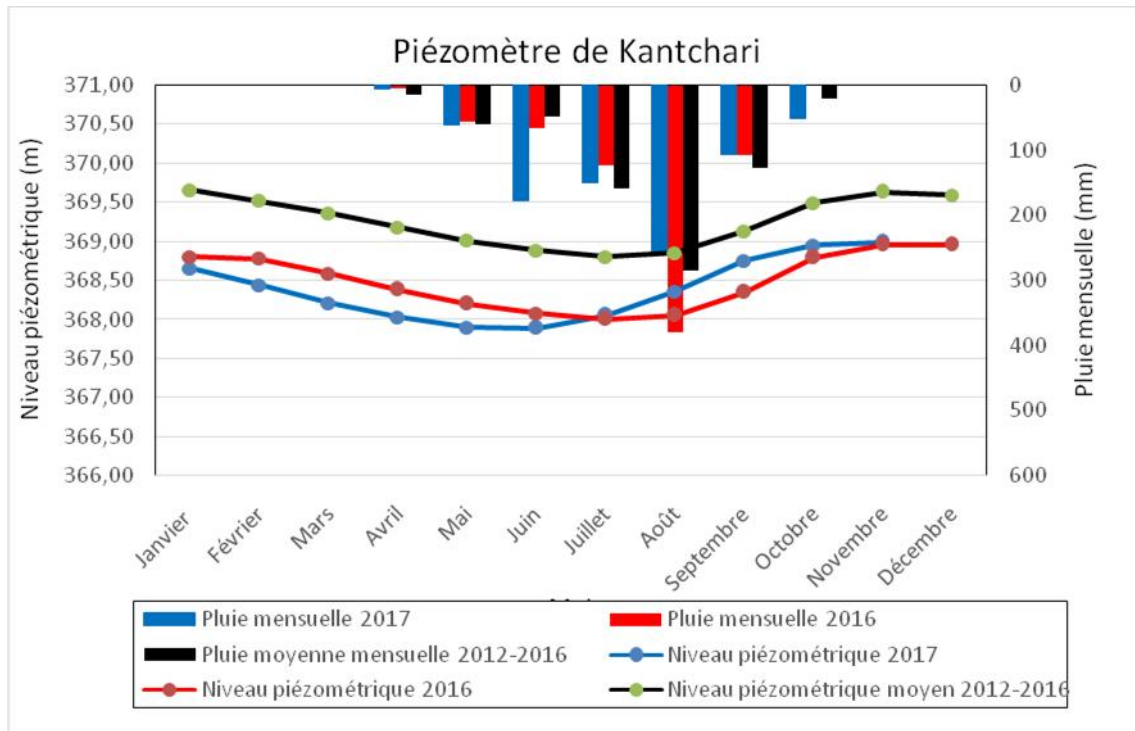


Figure 2.5 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kantchari

- Piézomètre de Tougou

Le piézomètre de Tougou F4-12 a été réalisé depuis 1988. L'observation du graphe (annexe 4) réalisé à partir de la chronique de données disponibles fait ressortir une tendance à la hausse du niveau piézométrique de 2004 à 2012 puis une tendance à la baisse à partir de 2012 jusqu'à 2017.

L'observation du niveau piézométrique de la nappe captée par ce piézomètre en 2017 présenté sur la figure 2.6 confirme cette analyse. En effet, on note en 2017 un niveau piézométrique en dessous de celui de 2016 et de la moyenne des cinq (05) dernières années. La pluviométrie observée quant à elle est de 891,1mm en 2017 puis 920,8mm en 2016. Sur les cinq (05) dernières années la moyenne pluviométrique est de 855,78mm. Les amplitudes saisonnières sont de 1,13m en 2017 et de 2,51m en 2016. Sur la moyenne des cinq dernières années l'amplitude saisonnière est de 2,64m.

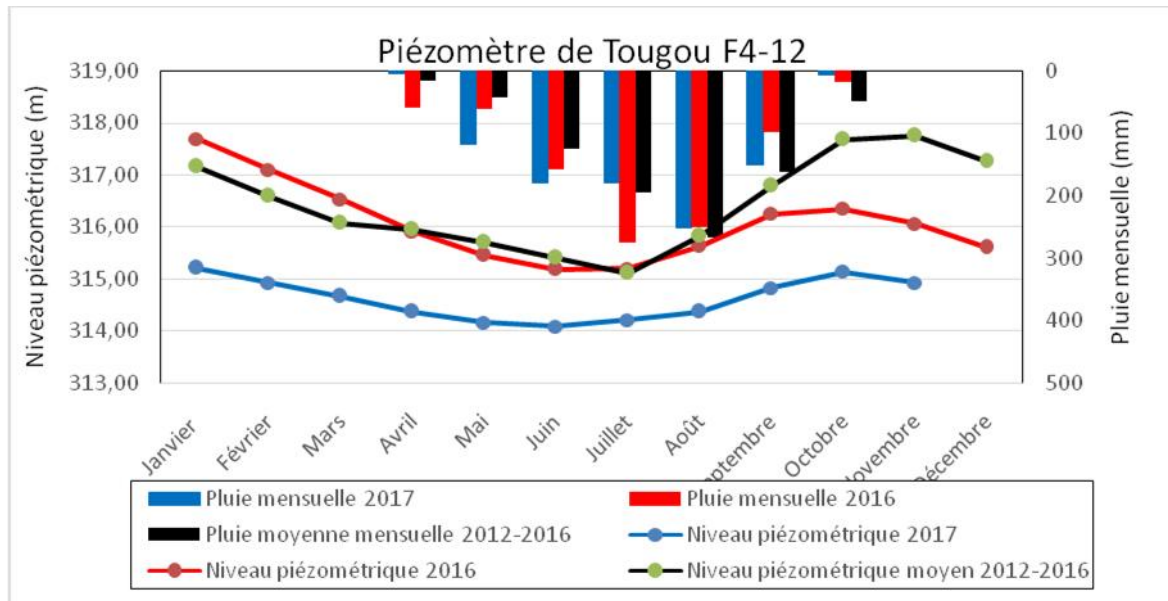


Figure 2.6 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Tougou F4-12

- Piézomètre de Tibou

Le piézomètre de Tibou a été réalisé le 07/12/1984. De manière générale, on observe une tendance à la hausse du niveau de cette nappe de l'ordre de 2m avec des fluctuations régulières sur toute la période d'observation et pour la plage de données disponibles (document synthèse de suivi des ressources en eau, 2016).

En 2017, on note effectivement un niveau piézométrique largement au-dessus de celui de la moyenne des cinq (05) dernières années (figure 2.7). Cette nappe semble bien réagir à la pluie.

L'amplitude saisonnière enregistrée en 2017 est de 1,66m contre 4,92m en 2016 et 3,02m sur la moyenne des cinq (05) dernières années.

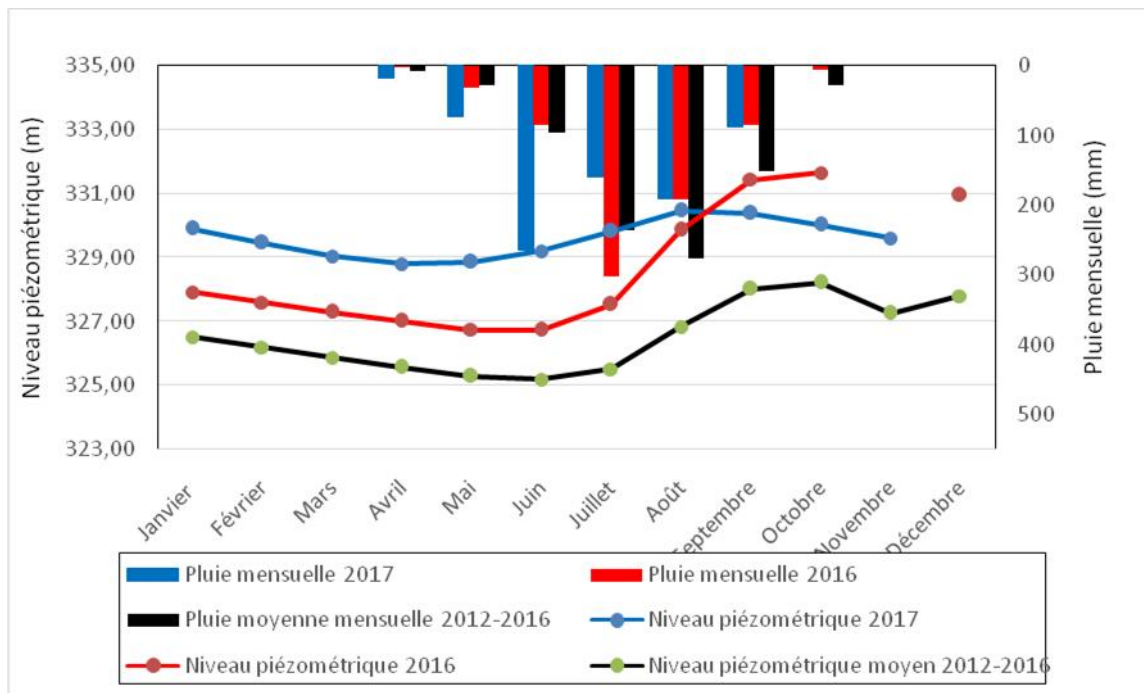


Figure 2.7 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Tibou

- Piézomètre de Bindé

Le niveau de la nappe capté par ce piézomètre réalisé en novembre 1989 est continuellement en baisse et n'indique quasiment pas de variation saisonnière (document synthèse sur le suivi des ressources en eau, 2016).

En 2017 le niveau piézométrique (figure 2.8) est plus bas que celui de la moyenne des cinq dernières années (2012-2016) avec des fluctuations très faibles. Le niveau piézométrique est passé de 272,13m en août 2017 à 272,17m en septembre de la même année, puis la courbe reprend son allure quasi-statique. L'amplitude saisonnière de 2017 est de 0,17m contre 0,38m sur la moyenne des cinq (05) dernières années. Le comportement de cette nappe, mis en évidence dans le document synthèse 2016 traduit une réaction lente à la pluie.

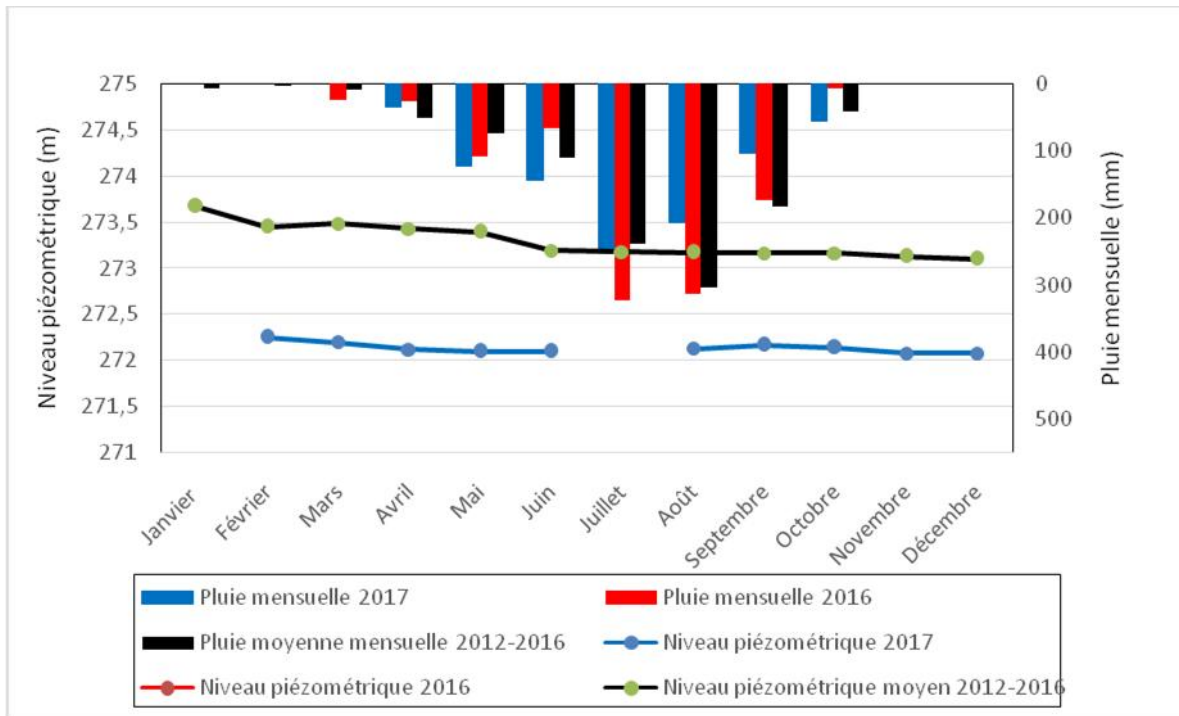


Figure 2.8 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à celle des cinq dernières années à Bindé

- Piézomètre de Arbinda

Le piézomètre de Arbinda a été réalisé le 27/01/1985 et ses données sont disponibles sur la période allant de juin 1988 à décembre 2017.

La courbe représentant l'évolution annuelle du niveau de la nappe (figure 2.9) en 2017 se situe en dessous de celle de la moyenne des cinq dernières années et aussi de celle de 2016 sauf en juillet et août. Cela pourrait traduire une recharge plus importante en 2017 qu'en 2016 car la pluviométrie de 2017 (585,04 mm) est meilleure à celle de 2016 (518,1mm). Cependant la nappe poursuit l'allure qu'elle a amorcée depuis 2015. En effet, à partir de 2015, le niveau de la nappe a nettement baissé et les fluctuations saisonnières également. Les causes de ce changement méritent d'être recherchées.

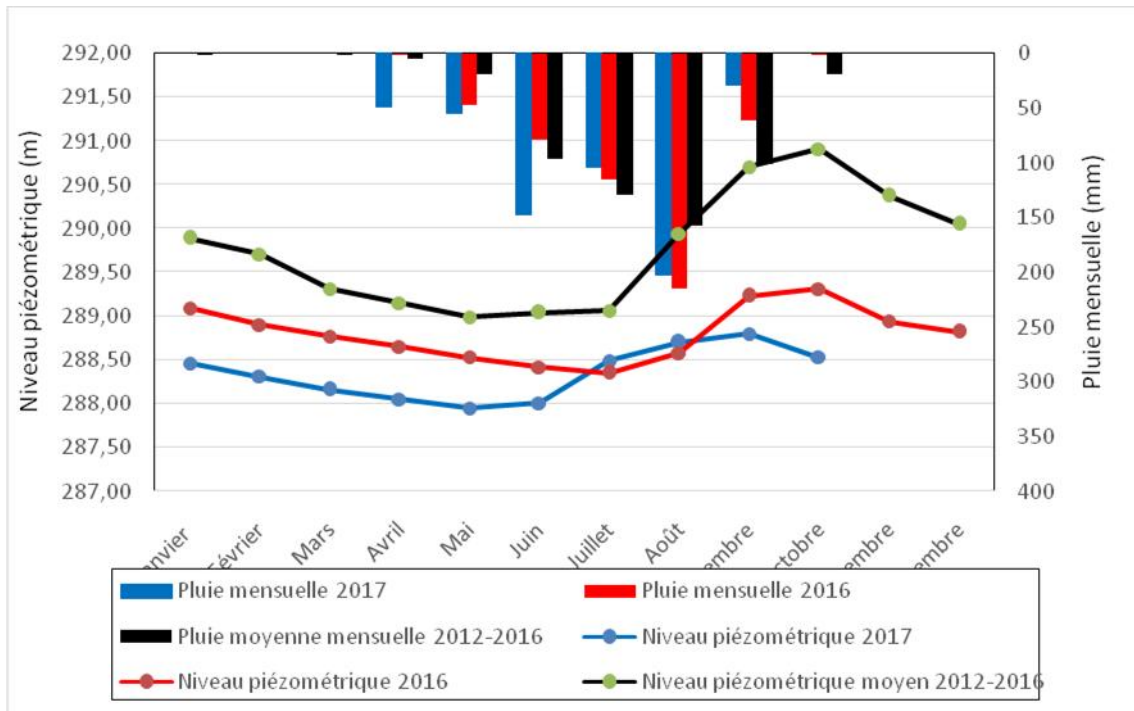


Figure 2.9 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Arbinda

- Piézomètre de Bassinko F1

Ce piézomètre a été réalisé depuis Novembre 1984. L'analyse faite des données disponibles depuis la réalisation de ce piézomètre indiquait une tendance générale à la hausse du niveau de la nappe que l'on a estimée à environ 2,8 m entre les années 1987 à 2016 (document synthèse de suivi des ressources en eau, 2016).

En accord avec cette analyse, on note que le niveau de la nappe en 2017 (figure 2.10) est supérieur à celui du niveau moyen des 05 dernières années et de celui de 2016 sur une bonne partie de l'année (jusqu'en Aout 2016). Cette forte remontée en 2017 pourrait s'expliquer par la bonne pluviométrie enregistrée en 2016. En effet, la pluviométrie observée à la station météorologique de Ouagadougou en 2017 (874,1mm) est inférieure à celle de la moyenne des cinq dernières années (902,98 mm) et de 2016 (974,1). L'amplitude saisonnière quant à elle a été de 0,91m en 2017 contre 1,77m en 2016 et de 1,35m sur la moyenne des cinq dernières années.

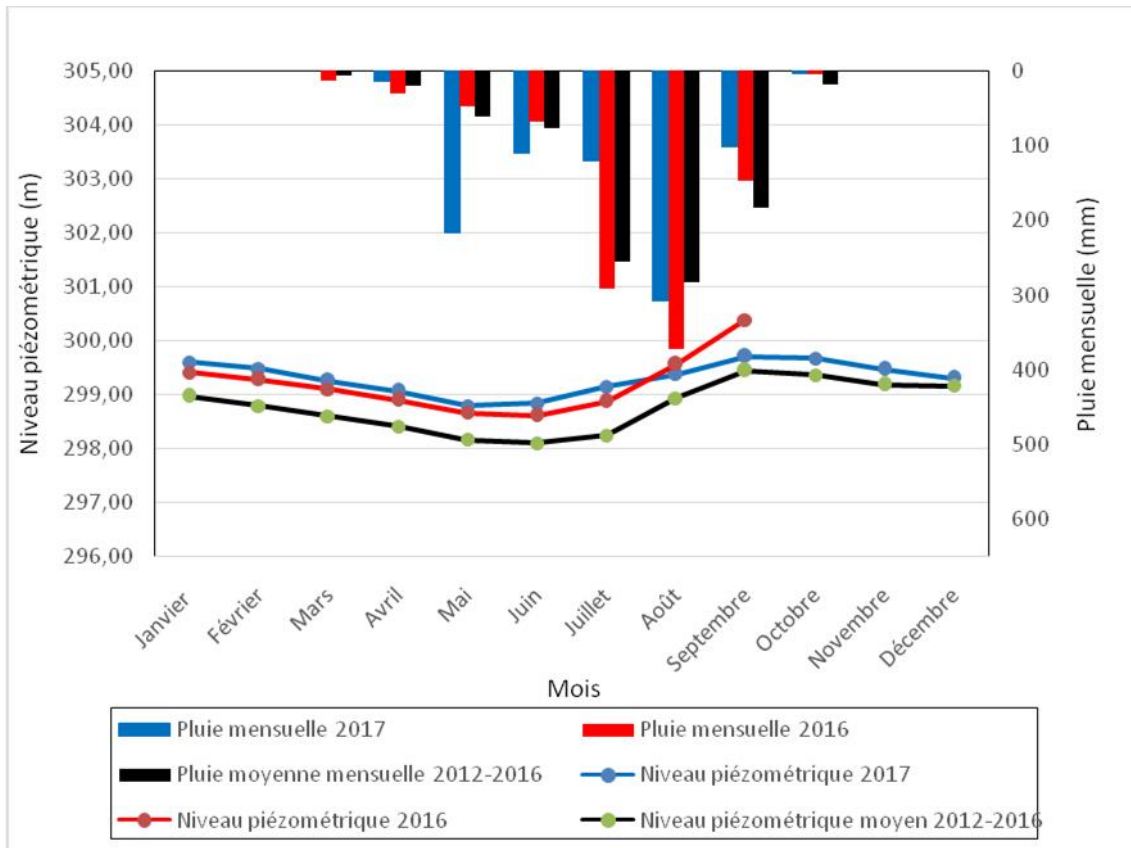


Figure 2.10 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Bassinko

- Piézomètre de Kondibito

La plage de données disponibles pour le piézomètre situé à Kondibito réalisé depuis Janvier 1988 couvre la période allant de 2007 à nos jours. La courbe de l'évolution du niveau de la nappe sur cette période indique (annexe 5) une tendance à la hausse de 2007 à 2013 puis une tendance à la baisse de 2014 à 2017. Sur toute la période d'observation, la tendance générale est à la baisse.

L'analyse de la variation du niveau piézométrique en 2017, 2016 et sur la moyenne des cinq dernières années conforte cette analyse. En effet, on observe en 2017 que le niveau de la nappe est inférieur à celui de 2016 qui est lui aussi inférieur à celui de la moyenne des cinq (05) dernières années (figure 2.11). L'allure de l'évolution annuelle du niveau de la nappe quant à ce qui est des processus de remontées et baisse du niveau de la nappe est assez régulière. Sur les trois (03) courbes, on observe que les remontées commencent généralement entre Juin-Juillet et atteignent leur pic au mois d'Octobre. Les amplitudes saisonnières sont de 3,39m en 2017 puis de 4,33m en 2016 et de 4,35m sur la moyenne des cinq (05) dernières années.

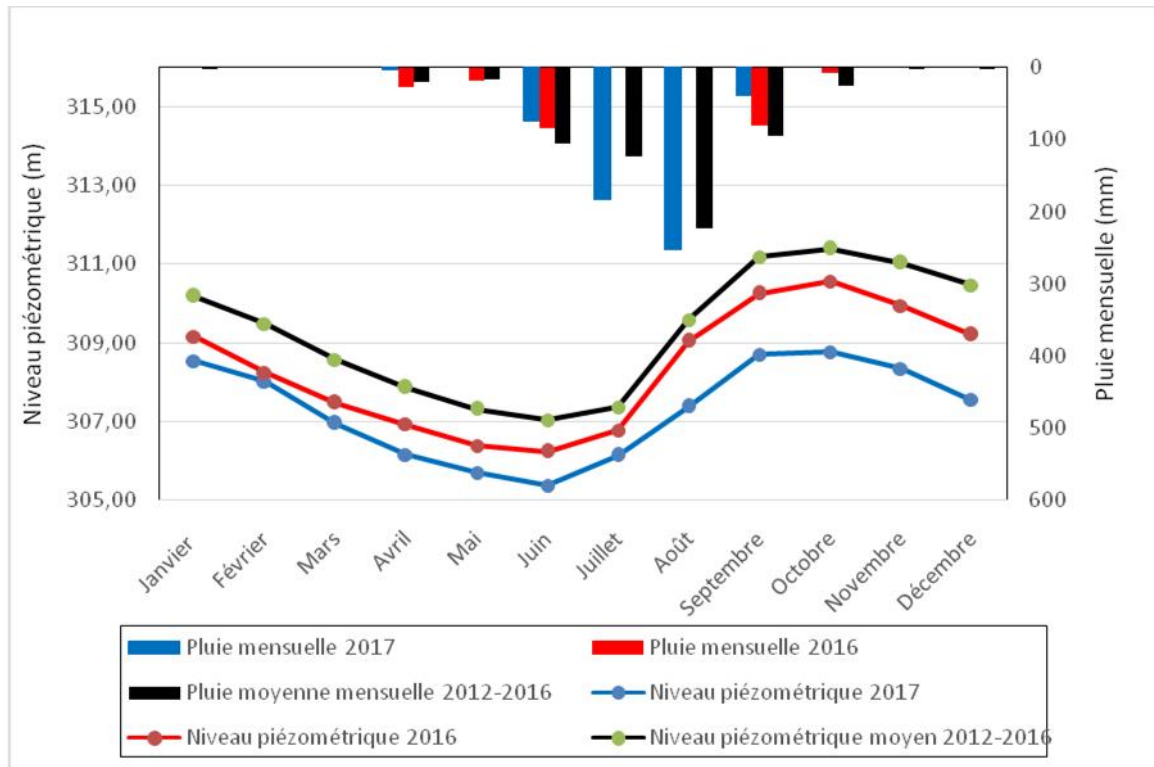


Figure 2.11 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kondibito

4.2. Domaine du Sédimentaire

- Piézomètre de Koalou

Le piézomètre de Koalou a été réalisé le 01/01/2004. L'analyse de la courbe piézométrique présente une tendance générale à la baisse marquée par une forte baisse du niveau de la nappe au cours des trois dernières années (document synthèse de suivi des ressources en eau, 2016). Elle pourrait être liée à une augmentation des pompages qui causent une décharge plus importante au cours de cette période mais, en l'absence d'informations supplémentaires cette hypothèse ne peut être confirmée.

Les courbes d'évolution du niveau de la nappe captée par le piézomètre en 2017 et 2016 ont des allures similaires sur toute l'année et sont assez proches l'une de l'autre (figure 2.12). Toutefois, comparée à la moyenne des cinq dernières années, la courbe de 2017 est très en dessous en période de basses eaux, signe d'une baisse plus importante de la nappe comme souligné plus haut. Quant à la remontée, elle est bien perceptible. L'amplitude saisonnière est de 7,51m en 2017 pour une pluie de 1013,9mm et de 5,79m pour une pluie de 811,76mm sur la moyenne des cinq dernières années.

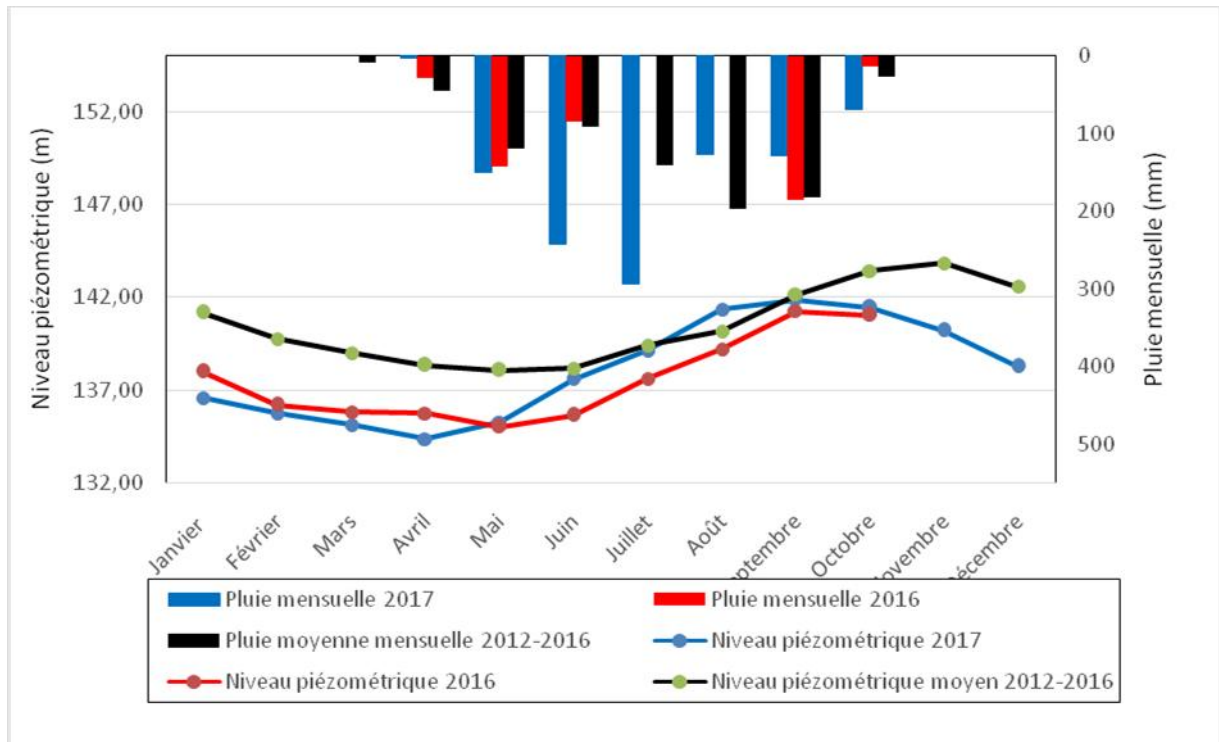


Figure 2.12 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Koalou

- Piézomètres de Nouna

Le piézomètre de Nouna dans le sédimentaire occidental, fait partie des neuf (09) piézomètres du réseau secondaire de la Boucle du Mouhoun intégrés dans le réseau primaire en 2004. L'allure de l'évolution mensuelle du niveau de la nappe est pratiquement la même en 2017, en 2016 et sur la moyenne des 5 dernières années. Sur le graphe (figure 2.13) le niveau piézométrique a peu varié au cours de ces dernières années aussi bien en basses eaux qu'en hautes eaux. On note juste un léger décalage entre le niveau piézométrique moyen de l'année 2017 qui est en dessous des deux autres courbes. Comme mentionné dans le document synthèse de suivi des ressources en eau 2016, dans cette zone, la variation interannuelle du niveau de la nappe est très faible. Cependant la nappe réagit bien à la pluie avec une amplitude saisonnière de 4,52m en 2017 contre 4,07m en 2016 et 4,73m sur la moyenne des cinq dernières années.

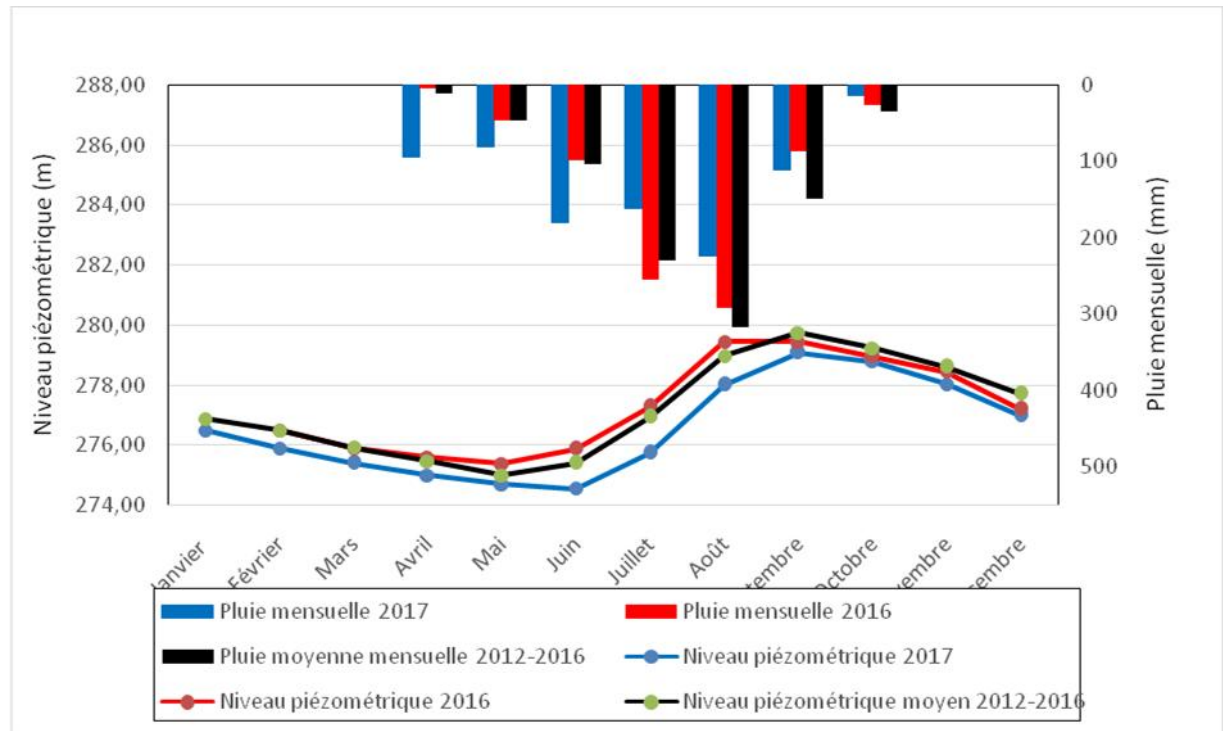


Figure 2.13: Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Nouna

- Piézomètre de Kouka

Situé également dans le sédimentaire occidental, le piézomètre de Kouka est intégré dans le réseau piézométrique national depuis 2004. L'analyse de la figure 2.14 indique que le niveau de la nappe en période de basses eaux, n'a quasiment pas varié aux cours de ces dernières années. En effet, les niveaux piézométriques moyens mensuels se confondent de janvier à juin puis on assiste à une faible remontée en 2017 comparativement à 2016 et à la moyenne des cinq dernières années. Aussi, en termes de pluie on a enregistré une pluie annuelle de 1033,4 mm à la station pluviométrique de Solenzo en 2017 contre 822,5 mm en 2016 et 832,4 mm sur les cinq dernières années. La pluie de 2017 a été abondante mais la remontée n'est pas significative par rapport à celle des autres années où la pluviométrie était moins abondante. Des informations supplémentaires devraient être prises en compte pour la compréhension de ce phénomène. Les amplitudes saisonnières quant à elles oscillent entre 1,35m en 2017 contre 1,92m en 2016.

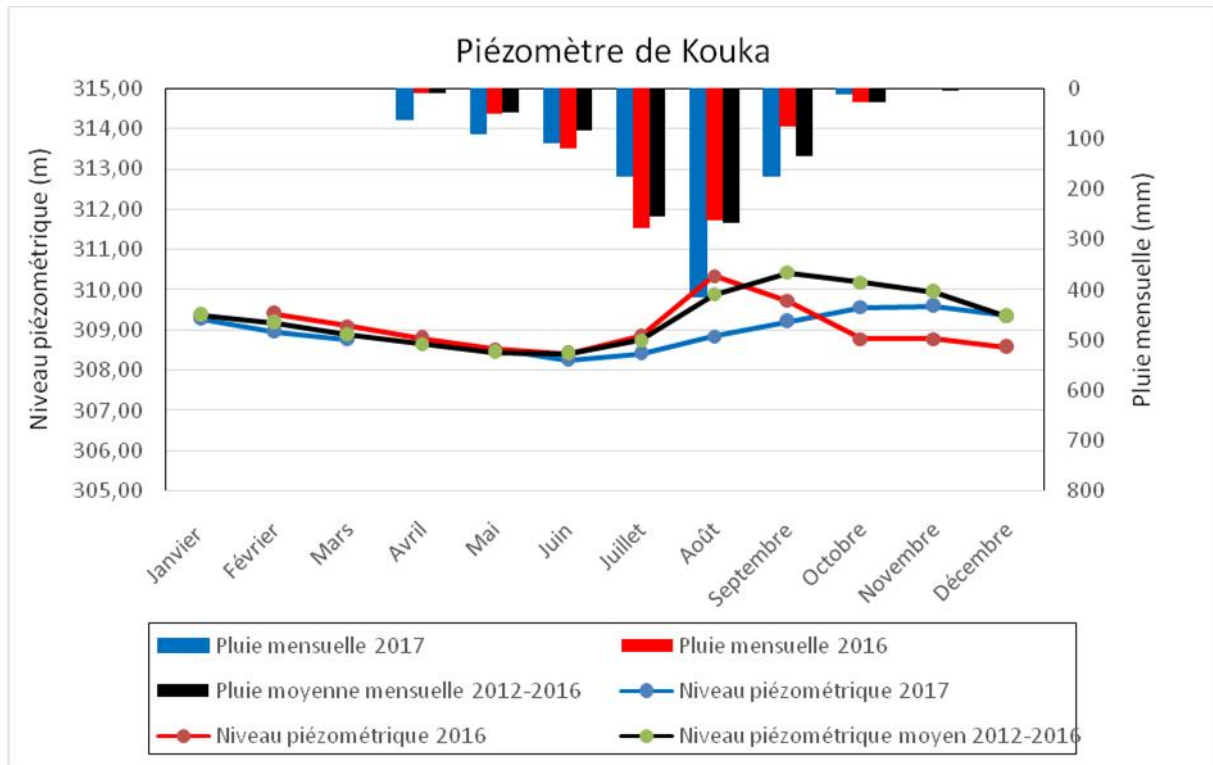


Figure 2.14 : Variation du niveau piézométrique moyen mensuel en 2017, comparé à 2016 et à celle des cinq dernières années à Kouka

Conclusion partielle

Globalement, les nappes réagissent à la pluie aussi bien dans le domaine du sédimentaire que dans le socle.

Dans le domaine du socle, on observe qu'en 2017 sur de nombreux piézomètres (piézomètres de Sebba, Kantchari, Tougou, Bindé, Arbinda et Kondibito) les niveaux piézométriques sont en dessous de celui des cinq dernières années. bien que ces nappes soient rechargées annuellement. Aussi, lorsqu'on analyse les piézomètres de Séguénéga, Tibou et Bassinko on observe des niveaux piézométriques en 2017 supérieurs à celle des dernières années.

Dans le domaine du sédimentaire, les mêmes comportements sont remarqués et les nappes sont rechargées annuellement. On observe qu'à Nouna, à Koalou et à Kouka les niveaux piézométriques de 2017 sont plus bas que celui de la moyenne des cinq (05) dernières années. Les amplitudes saisonnières sont assez variables.

Ces comportements sont probablement liés aux caractéristiques du milieu (formations géologiques, type de sol, géomorphologie, profondeur du niveau de la nappe, épaisseur d'altération etc.), aux conditions climatiques, aux usages, etc. Les pluies sont plus ou moins efficaces pour la recharge des nappes dont l'efficacité dépend de la quantité des pluies tombées et de leur répartition spatio-temporelle.

Si on tient compte du fait que les données utilisées pour les analyses sont les plus représentatives du réseau, on pourrait dire qu'une partie des nappes est en situation de recharge. Mais ces informations sont limitées du fait que le réseau primaire pour le suivi quantitatif des ressources en eau souterraine du Burkina Faso ne couvre pas assez efficacement le territoire.

La DGRE travaille à réduire ces insuffisances en menant des actions visant à rendre le réseau optimal aussi bien dans le domaine de socle que celui du sédimentaire afin de resserrer les mailles et permettre ainsi des études hydrogéologiques plus affinées.

PARTIE : 3 QUALITE DES EAUX

Introduction partielle

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de Vie. Elle est une richesse nécessaire à toutes activités humaines et constitue un facteur de production déterminant dans le développement durable. Elle est de nos jours au centre des intérêts stratégiques et il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité.

Ces dernières années, la qualité des eaux au Burkina Faso suscite de nombreuses questions du fait des rejets industriels non contrôlés, de l'exploitation artisanale des ressources minières et de l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces différentes sources de pollution produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. La qualité des eaux est devenue une opération majeure et obligatoire, afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivants ou l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation agricole et industrielle. Pour cette raison, Il est donc nécessaire de suivre l'état de qualité des ressources en eau et ses évolutions pour mieux appréhender les pollutions actuelles et futures qui peuvent limiter leurs disponibilités en quantité et compromettre aussi les différents usages.

Pour ce faire, un réseau national actuellement constitué de 32 points de suivi de la qualité de l'eau dans les quatre (04) bassins hydrographiques, a été mis en place depuis 1992 pour répondre aux objectifs de la gestion de la qualité de l'eau.

Ce réseau de suivi qualité est actuellement constitué de 15 stations hydrométriques et de 17 stations piézométriques. Conformément aux exigences du service qualité des eaux (SQE) de la Direction des Etudes et de l'Information sur l'Eau (DEIE), le suivi est fait de façon régulière et à des périodes dénommées « basses eaux » qui s'étend de mai à juin et « hautes eaux » qui s'étend d'août à septembre. En effet, le suivi permet notamment d'apprécier l'influence des rejets (effluents miniers, pesticides etc....) sur les eaux de surface et sur les nappes d'eaux souterraines. Il permet en outre d'obtenir un aperçu de la qualité des eaux à l'échelle nationale.

Le présent travail est un bilan de la qualité des ressources en eau du réseau de suivi national en 2017. Il s'agit tout d'abord de présenter le réseau de suivi qualité des eaux, ensuite de situer le cadre méthodologique et enfin de diagnostiquer la situation actuelle de la qualité des eaux du suivi du réseau qualité en se basant sur les normes de qualité du Burkina (normes OMS).

I. Présentation du réseau de suivi qualité des eaux

1. Historique du réseau de suivi de la qualité des eaux

La grande sécheresse de 1972 a permis une prise de conscience générale sur l'importance de l'eau pour notre pays et la nécessité de sa bonne gestion. C'est dans cette dynamique qu'en 1976, une politique nationale de l'eau a été élaborée. L'un des axes principaux de cette politique a été la création d'un laboratoire de suivi de la qualité des eaux brutes.

Ce laboratoire a été créé en 1991 par le projet PNUD/BKF/88/002 afin d'appuyer la Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DIRH) dans sa mission de gestion de la qualité des eaux.

En 1992, un réseau de suivi de la qualité des eaux brutes constitué de 32 sites de prélèvement a été mis en place. Les critères de choix de ces sites étaient :

- La représentativité des stations hydrographiques (stations de référence)
- La répartition géologique des sites piézométriques.

Le suivi systématique du réseau étant insuffisant faute de moyens (ressources humaines, financières et matériels) une étude a été commanditée en 2004 par la Direction Générale de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques (DGIRH) pour faire l'état des lieux de son laboratoire afin de lui doter des moyens nécessaires pour un meilleur suivi de la qualité des eaux.

Actuellement, grâce à l'appui des partenaires techniques et financiers, le laboratoire de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) est bien équipé pour effectuer des analyses en matière de suivi de la qualité des eaux.

2. Situation actuelle du réseau de suivi de la qualité des eaux

Le réseau actuel de suivi de la qualité des eaux, géré par la DGRE comporte 32 sites de mesures qui sont des points d'échantillonnage à l'emplacement de stations hydrométriques et sites piézométriques.

Il est évident qu'un tel réseau de suivi de surcroît avec une densité très faible en stations et sites de prélèvement, ne peut répondre aux besoins en matière de suivi de la qualité des eaux dans un contexte de pollutions d'origine naturelle et anthropiques croissantes des ressources en eau. Le tableau 1 et la figure 3.1 présentent respectivement les caractéristiques des sites d'échantillonnage du réseau dans les quatre bassins nationaux et les cartes de localisation de ces sites.

Tableau3.1: Caractéristiques des sites d'échantillonnage du réseau de suivi de la qualité de l'eau dans les quatre bassins nationaux.

TYPE DE SITES	BASSIN VERSANT				
	Mouhoun	Comoé	Nakanbé	Niger	Totaux
Eaux de surface	-Léry barrage -Boromo -Dapola	-Douna barrage -Léraba Yéndéré	-Bagré barrage -Konpienga barrage -Lac Bam -Loumbila barrage -Ouaga barrage N°2 -Ouaga barrage N°3 -Goinré barrage	-Diapaga barrage -Liptougou barrage	15
Eaux souterraines	-Bobo F4 -N'Dorola F3	-Nafona F4 -Niangoloko F2	-Bassinko F2 -Kondibito F4 -Silmissin F2 -Tibou F1 -Ganzi/ouda F1 -Bindé F4 -Barogo F2	-Fada F3 -Tin Arkanchen F1 -Arbinda F5 -Diapaga F1 -Kouadifagou F1 -Gandafabou F1 -Katchari F1	17
Total par Bassin	05	04	14	09	32

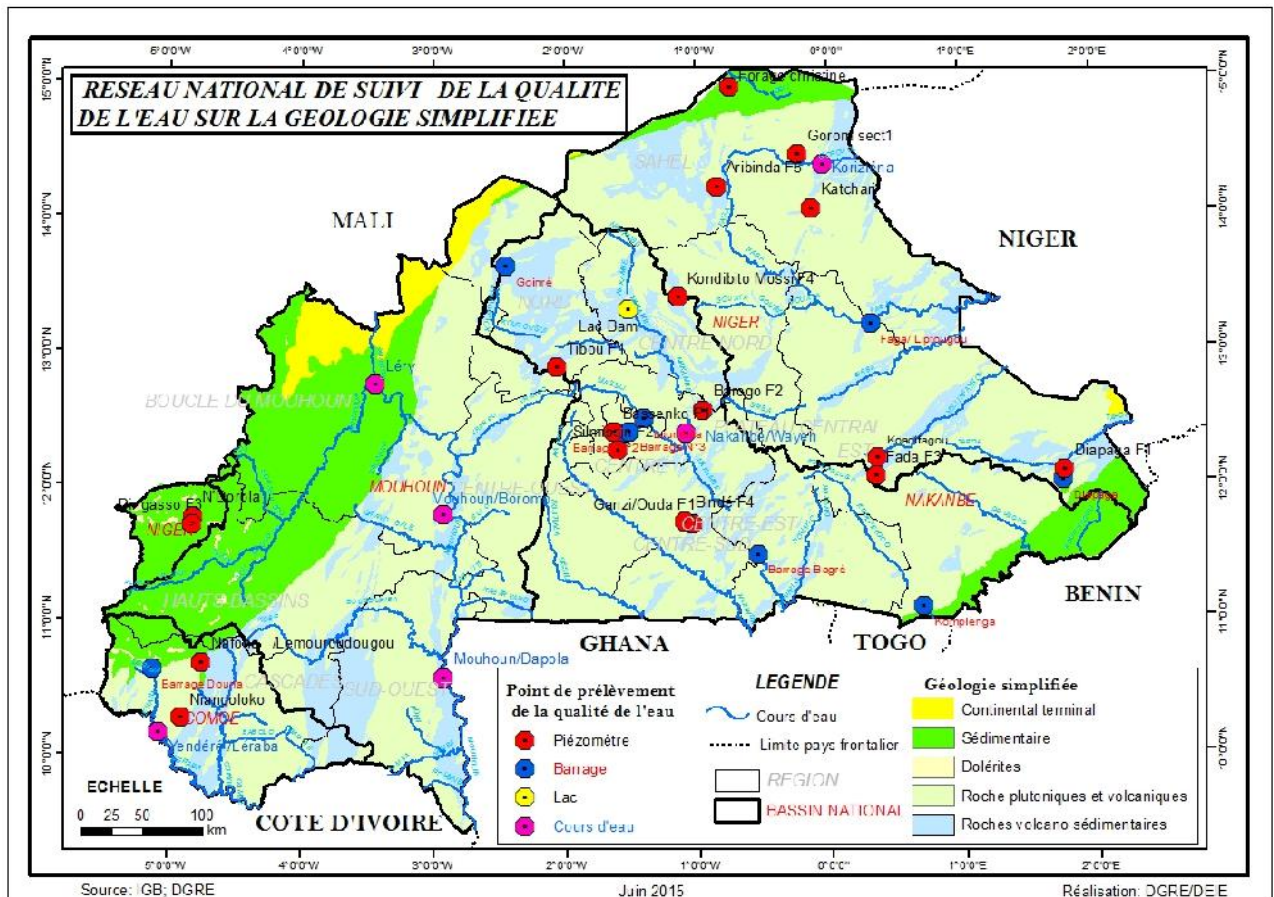


Figure 3.1: Carte de localisation des sites de suivi de la qualité de l'eau

II. Modalités de prélèvement et d'analyse des échantillons

Les prélèvements d'eau au niveau des sites du réseau sont échantillonnés par le personnel du laboratoire de la DGRE en veillant au respect des normes en matière d'échantillonnage. L'échantillonnage est effectué à une fréquence de deux fois par an :

- la première campagne d'échantillonnage est réalisée en période « basses eaux » correspondant aux mois de mai à juin.
- la seconde campagne en période « hautes eaux » correspondant aux mois d'août à septembre.

Sur chaque site, le personnel réalise en premier lieu, des mesures et analyses terrain des échantillons d'eaux prélevées. Les eaux prélevées sont ensuite conditionnées dans des flacons dédiés aux différents types d'analyses. Enfin, elles sont stockées dans des glacières pour leur acheminement au laboratoire.

III. Cadre méthodologique

1. Sources des données

Le présent bilan sur la qualité physico-chimique des eaux a été établi à partir des données disponibles à la DGRE. La présente synthèse porte uniquement sur les résultats d'analyse de la période « hautes eaux » de l'année 2017. La campagne d'échantillonnage de la période « basses eaux » n'a pas été effectuée du fait de contraintes budgétaires. Toutefois, certains sites n'ont pas été pris en compte dans l'analyse des données car n'ayant pas été échantillonnés pour diverses raisons (piézomètres bouchés, contraintes budgétaires etc.). Il s'agit notamment des sites suivants : Barogo F2 ; Bobo F4 ; Fada F3 ; Tin Arkanchen F1 ; Arbinda F5 ; Gandafabou et Katchari F1.

2. Paramètres retenus

La qualité des eaux du réseau est analysée en utilisant les paramètres de qualité suivants :

- qualité physique : Température, Conductivité, pH, Turbidité ;
- qualité chimique : Titre Alcalin Complet (TAC), Titre Hydrotimétrique (TH), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg^{2+}), Bicarbonates (HCO_3^-) ; Sodium (Na^+), Potassium (K^+),
- métaux lourds : Fer (Fe), Cuivre (Cu) et le Manganèse (Mn).

3. Méthodes d'analyses

Les méthodes et équipements utilisés pour la détermination des paramètres sont résumés dans le tableau 3.2 ci-après.

Tableau 3.2 : Méthodes et équipements d'analyses

Paramètres analysés	Unités	Méthodes	Normes	Appareils utilisés	Limites de détection
Température	°C	Electrochimique		pH -mètre et conductimètre	0.0 à 60.0
pH		Electrochimique	NF T 90-008	Hanna HI 98128	-2.00 à 16.00
Conductivité	µS/cm	Electrochimique	NF EN 27888	Hanna HI 98129	0.0 à 3999
Turbidité	NTU	Nephelométrie	DIN EN ISO 7027	Turbidimètre 355 IR	0.0 à 500
Orthoposphate	mg/L	Spectrophotométrie	Méthode HACH 8048	DR 3900	0.02
Phosphore	mg/L	Spectrophotométrie	Méthode HACH 8114	DR 3900	0.3
Fer total	mg/L	Spectrophotométrie	Méthode HACH 8008	DR 3900	0.02
Sulfate	mg/L	Spectrophotométrie	Méthode HACH 8051	DR 3900	2
Nitrate	mg/L	Spectrophotométrie	Méthode HACH 8039	DR 3900	0.3
Sodium	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF T90-019	Spectromètre de flamme AFP 100	0.5
Potassium	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF T90-019	Spectromètre de flamme AFP 100	0.5
TA	°F	Acidimétrie	NF EN ISO 9963-1	Burette digital Brand Class A precision	0.1

Paramètres analysés	Unités	Méthodes	Normes	Appareils utilisés	Limites de détection
TAC	°F	Acidimétrie	NF EN ISO 9963-1	Burette digital Brand Class A precision	0.1
TH	°F	Titration complexométrique	NF T90-003	Burette digital Brand Class A precision	0.1
TCa	°F	Titration complexométrique	NF T90-016	Burette digital Brand Class A precision	0.1
Calcium	mg/L	Titration complexométrique	NF T90-016	Burette digital Brand Class A precision	0.4
Magnésium	mg/L	Titration complexométrique	NF T90-003	Burette digital Brand Class A precision	0.4
Chlorure	mg/L	Titration complexométrique	NF T 90-117	Burette digital Brand Class A precision	0.4
Cadmium (Cd)	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF EN ISO 5961	AAS	0,05
Arsenic As	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	EN ISO 11969	AAS	0,5
Plomb (Pb)	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	FD T90-112	AAS	0,5
Cuivre (Cu)	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	FD T90-112	AAS	0.01
Chrome (Cr)	µg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	NF EN 1233	AAS	0,5

Paramètres analysés	Unités	Méthodes	Normes	Appareils utilisés	Limites de détection
Manganèse (Mn)	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	FD T90-112	AAS	0.05
Zinc (Zn)	mg/L	Spectrométrie d'absorption atomique	FD T90-112	AAS	0.05

4. Détermination des faciès chimiques

Pour une description de la composition des eaux naturelles, une analyse des faciès chimiques s'impose. Afin d'effectuer une comparaison aisée, voire une classification des eaux naturelles, il est donc nécessaire d'utiliser des représentations graphiques telles que le diagramme de piper ; le diagramme semi-logarithmique de Schöeller-Berkaloff ; le diagramme de Stiff ; le diagramme à coordonnées rayonnante ; le diagramme de Riverside ; le diagramme de wilcox.

Dans le cadre de cette étude, la représentation graphique du diagramme de piper sera utilisée.

Le diagramme de Piper (Figure 3.2) est l'une des représentations les plus classiques pour comparer les compositions chimiques des eaux naturelles. Il permet une représentation des cations et anions sur deux triangles spécifiques dont les côtés témoignent des teneurs relatives de chacun des ions majeurs par rapport au total des ions. La position relative d'un résultat analytique sur chacun de ces triangles permet de préciser la dominance cationique et anionique. A ces deux triangles, est associé un losange sur lequel est reportée l'intersection des deux lignes issues des points identifiés sur chaque triangle. Ce point d'intersection représente l'analyse globale de l'échantillon. Cette position permet de préciser le faciès de l'eau naturelle concernée. Il permet également :

- d'illustrer l'évolution chimique d'une eau dans un aquifère, ainsi que les mélanges d'eaux de minéralisations différentes;
- d'avoir une idée sur la lithologie à partir des analyses chimiques ;
- d'avoir une relation entre le chimisme de l'eau et la nature lithologique de l'encaissant ;
- la projection de plusieurs échantillons en même temps pour:
 - suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace ;
 - les comparer ;
 - avoir une idée sur la notion de mélange ;
- de suivre les propriétés physico-chimiques au cours de leur évolution spatiotemporelle.

Diagramme de Piper

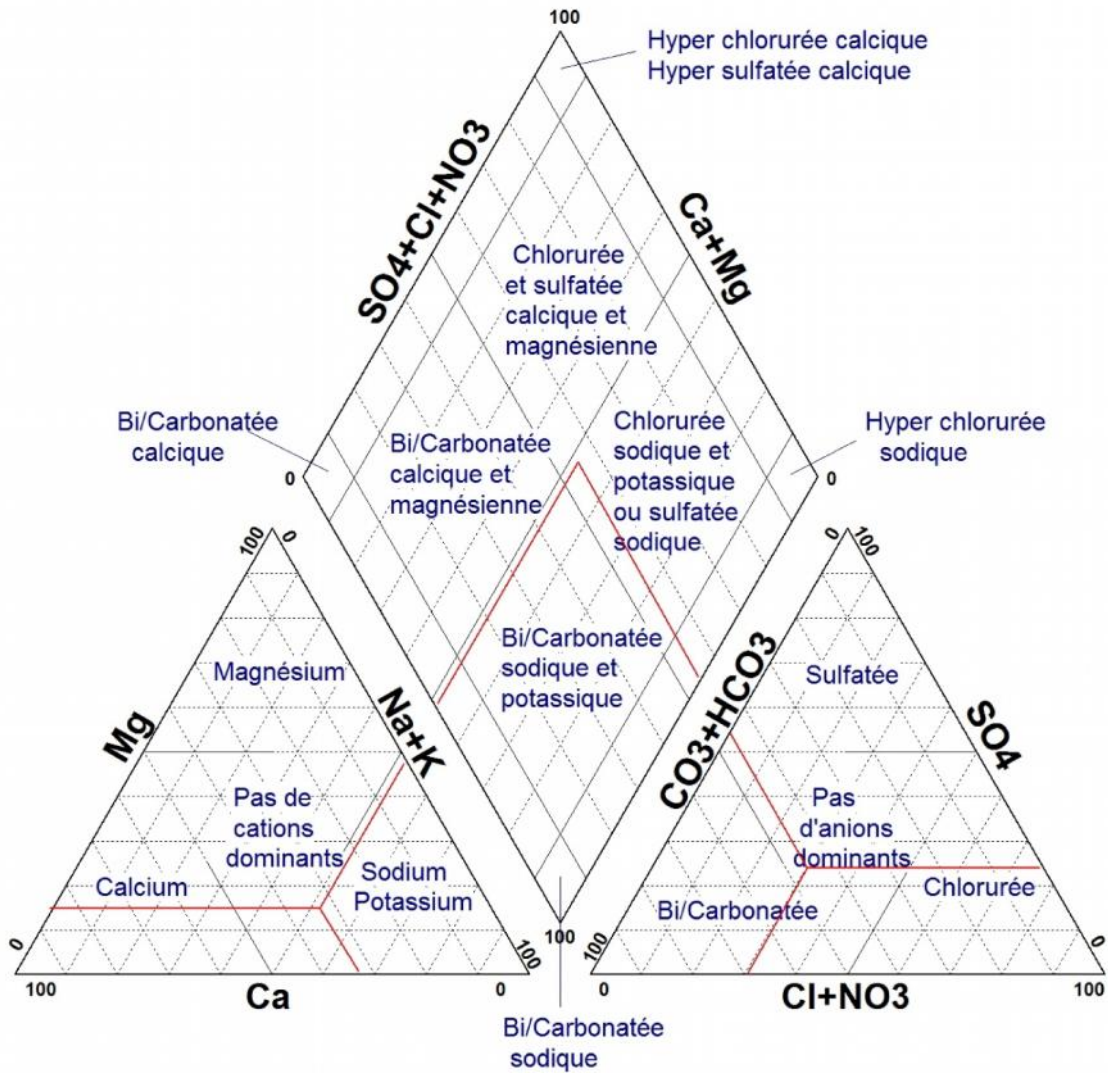


Figure 3.2 : diagramme de piper

IV. Situation du suivi de la qualité des eaux

Le contrôle de la qualité de l'eau peut concerner une multitude de paramètres. Suivant leur nature et leur teneur dans les eaux naturelles, ces paramètres peuvent être répartis comme suit :

- les paramètres physico-chimiques (température, conductivité, turbidité, pH, Oxygène dissous...);
- les paramètres bactériologiques (Coliformes totaux, coliformes fécaux, E. Coli.....);
- les éléments chimiques majeurs (Ca, Mg, Na, K, HCO₃, NO₃, PO₄, SO₄, Cl, F, SiO₂...);
- les éléments chimiques traces (As, Hg, Cd, Cr, Pb, Fe, Cu, Zn, Mn,...);
- les micropolluants organiques (résidus de pesticides, hydrocarbures...).
- L'état actuel des équipements du laboratoire lui confère des capacités en matière d'analyse de ces groupes de paramètres ;
- En 2017, le laboratoire a réalisé environ 348 résultats d'analyse de la qualité de l'eau en période hautes eaux, soit 152 résultats pour les eaux souterraines et 196 résultats pour les eaux de surface. Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux 3, 4 et 5.

Tableau 3.3 : Résultats de la qualité physique des paramètres globaux mesurés "sur le terrain"

Site de mesure	Bassins	Type de site	Heure de prélèvement	Température (° C)	pH	Conductivité (µs/cm)	Turbidité (NTU)
Bassinko F1	Nakanbé	Piézomètre	10h 45	30,1	7,48	274	15,41
Kondibito	Nakanbé	Piézomètre	11H40	32,4	6,75 6	320	0,32
Silmissin F2	Nakanbé	Piézomètre	12h 25	30,3	6,5	217	9,04
Tibou F1	Nakanbé	Piézomètre	13H02	31,2	7,03 6	214	4,02
Ganzi/Ouda F1	Nakanbé	Piézomètre	10h 45	30,2	7,03	391	12,32
Bindé F4	Nakanbé	Piézomètre	13h 53	30,1	6,62	148,7	34,14
Bagré barrage	Nakanbé	Barrage	8h30	26	7,4	67,7	272,6
Kompienga barrage	Nakanbé	Barrage	10h00	29,1	7,5	58,9	327,7
Lac Bam	Nakanbé	Lac	16H15	26	6,84 4	38	460,9
Loumbila barrage	Nakanbé	Barrage	17H58	30,3	8,35	58,9	133
Ouaga Barrage N°2	Nakanbé	Barrage	9h 00	25,8	7,12	282	579,2
Ouaga Barrage N°3	Nakanbé	Barrage	9h 25	27,5	7,51	310	101,5
Wayen	Nakanbé	Cours d'eau	16h15	28,2	7,31	55	563,1
Goinré barrage	Nakanbé	Barrage	9H15	27,8	7,19	58,8	729,3
N'Dorola	Mouhoun	Piézomètre	11H14	28,7	6,87	168,5	42,03
Léry barrage	Mouhoun	Barrage	9H50	32	7,45	128	135,4
Boromo	Mouhoun	cours d'eau	13H20	30,7	7,02	35,3	429,8
Diapaga F1	Niger	Piézomètre	12h10	31,9	6,2	207	376
Kouadifagou F1	Niger	Piézomètre	16h00	29,5	6,2	172,8	1,55
Diapaga barrage	Niger	Barrage	13h30	31,9	6,9	52,6	503,5
Liptougou barrage	Niger	Barrage		27,4	7,01	118,45	304,53
Nafona F2	Comoé	Piézomètre	8H22	28	7,64	258	6,78
Niangoloko F2	Comoé	Piézomètre	12H30	31	6,29	107,4	11,89

Site de mesure	Bassins	Type de site	Heure de prélèvement	Température (° C)	pH	Conductivité (µs/cm)	Turbidité (NTU)
Douna Barrage	Comoé	Barrage	10H20	27	6,8	29,6	34,04
LérabaYéndéré	Comoé	Cours d'eau	15H00	28	6,8	47,8	231,3

1. Qualité de l'eau

L'appréciation de la qualité et du degré de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines se base sur la mesure des paramètres physiques globaux et chimiques ainsi que sur les métaux lourds.

1.1 Qualité physique

1.1.1. Température

La température influe sur la vitesse des processus biologiques et chimiques et a une influence sur d'autres variables physiques. C'est donc une mesure fondamentale pour tous les plans d'eau. Elle joue un rôle très important dans la solubilité et la dissolution des sels dissous, dans la solubilité des gaz, sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH. Elle est un facteur important pour l'activité biologique et influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur et par conséquent son pouvoir auto épurateur [1].

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- la situation géographique et les saisons

- la profondeur (la température des eaux souterraines est généralement plus faible que celle des eaux de surface)

- la couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur)

- le volume de l'eau (plus le volume est élevé, moins importantes sont les fluctuations de température) [2].

1.1.1.1. Eaux de surface

Les températures expérimentales obtenues, sont représentées sur la figure 3.3 :

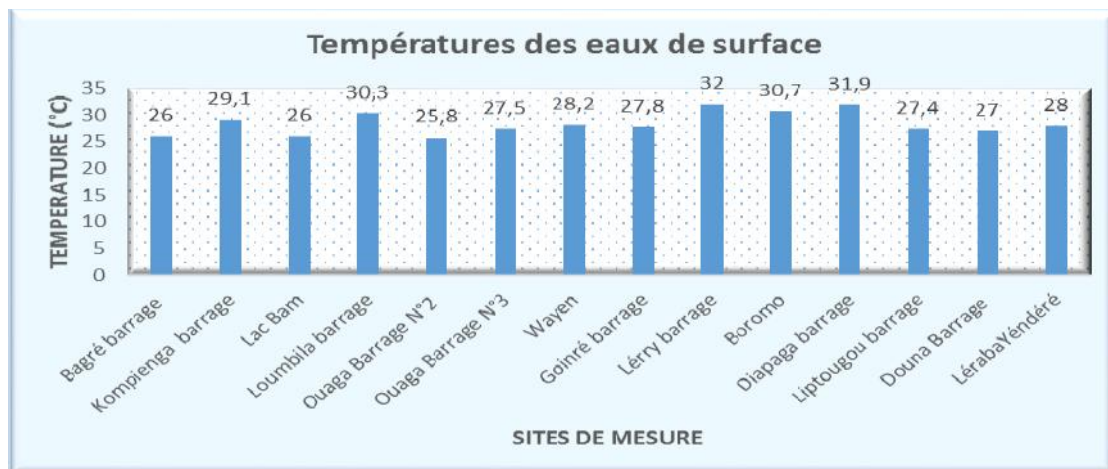


Figure 3.3: histogramme des températures des sites d'eaux de surface mesurées en période hautes eaux

Les températures mesurées au niveau des eaux de surface varient entre 25,8 °C et 32 °C. La température minimale enregistrée était de 25,8 °C au niveau du site Ouaga Barrage N°2. Cependant, Léry Barrage et Diapaga Barrage sont les sites qui ont connus des températures maximales de l'ordre de 32 °C. De ce fait les eaux de surface répondent toute aux normes en vigueur.

1.1.1.2. Eaux souterraines

Les températures expérimentales obtenues, sont données sur la figure 3.4 :

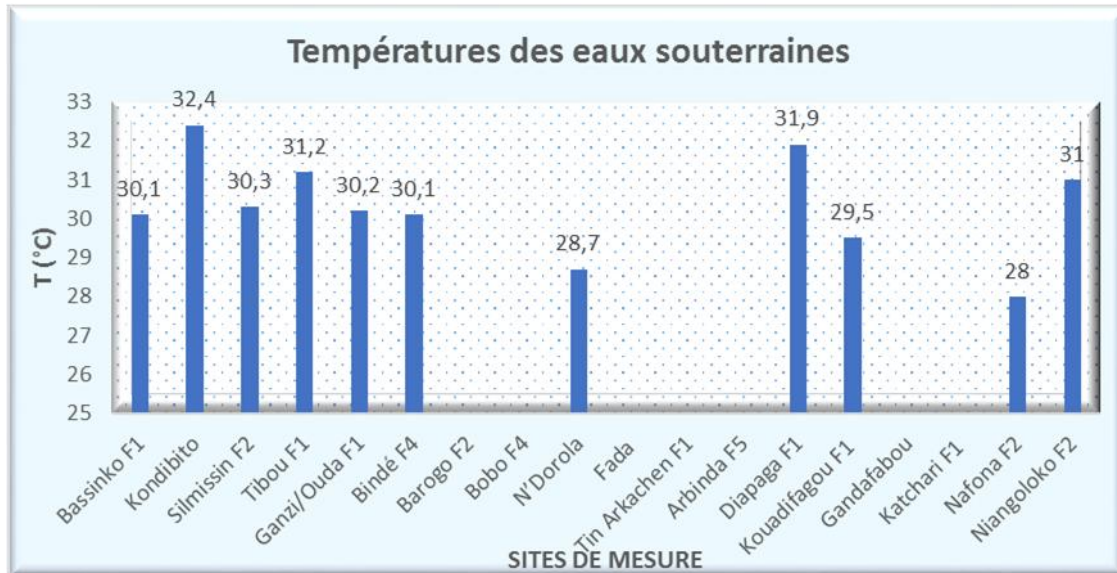


Figure 3.4: histogramme des températures des sites d'eaux souterraines mesurées en période hautes eaux

Les températures mesurées au niveau des eaux souterraines varient entre 28 °C et 32,4 °C. La température minimale enregistrée était de 28 °C au niveau du site de site Nafona F2. La température maximale a été observée à Kondibito et était de l'ordre de 32,4 °C.

1.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établie entre les différentes formes de l'acidité carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [2]. Sa mesure permet d'évaluer le caractère acide ou basique d'une eau.

Le pH

- conditionne de nombreux équilibres chimiques et notamment la dissociation de l'azote ammoniacal dans l'eau ;
- est un indicateur de l'activité biologique et plus particulièrement photosynthétique du milieu [3].

1.1.2.1. Eaux de surface

- Les valeurs du potentiel d'hydrogène pH de l'eau examinées, sont représentées sur la figure 3.5 :

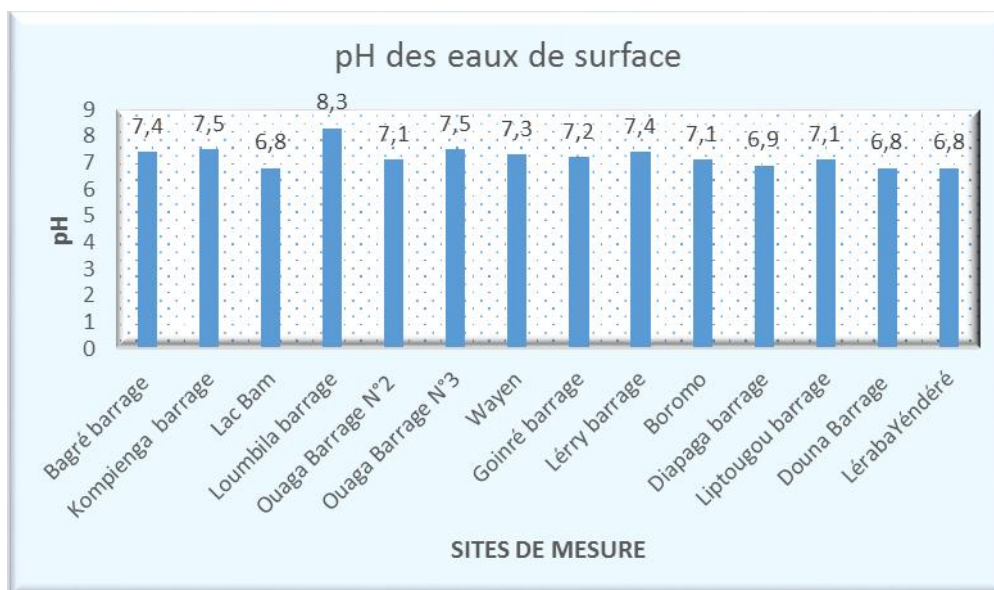


Figure 3.5: histogramme des pH des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans tous les sites de mesure. Le pH varie entre 6,8 et 8,3 et ne dépasse pas la norme de l'OMS établie pour les eaux de surface ($7 \leq \text{pH} \leq 8$). Ainsi, la qualité des eaux de surface peut être jugée acceptable.

1.1.2.2. Eaux souterraines

Les valeurs du potentiel d'hydrogène pH de l'eau examinées, sont donnés sur la figure 3.6 :

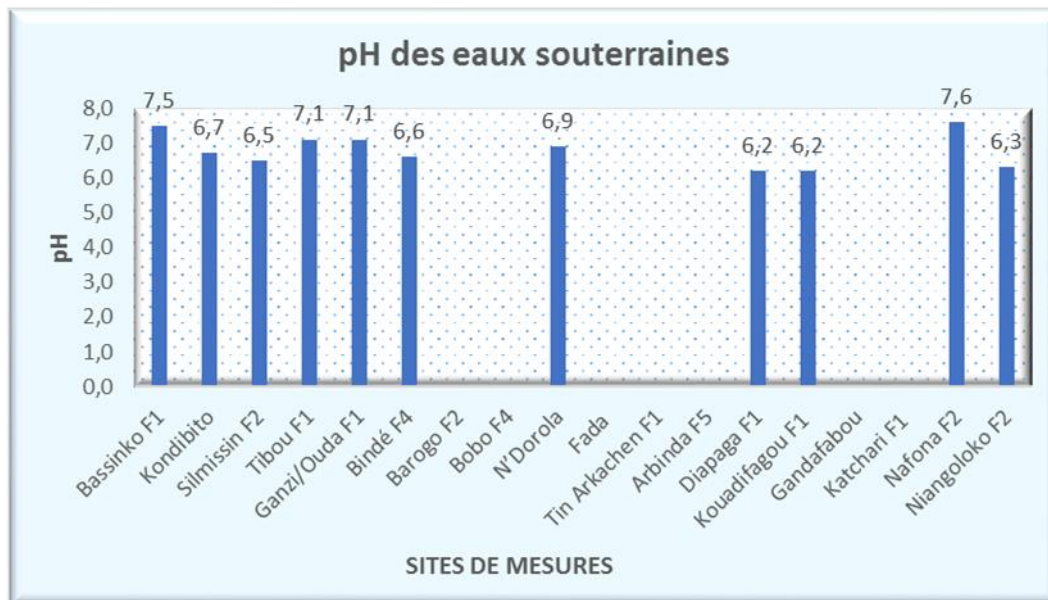


Figure 3.6: histogramme des pH des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les valeurs observées révèlent que le pH des eaux souterraines est proche de la neutralité. Le pH varie entre 6,2 et 7,6 et ne dépasse pas la norme de l'OMS établie pour les eaux souterraines ($5,5 \leq \text{pH} \leq 8$), donc la qualité de l'eau de ces sites est acceptable.

1.1.3. Conductivité

La mesure de la conductivité permet d’avoir une connaissance de la charge de l’eau en sels ionisés. C’est également un moyen de détecter certaines pollutions très importantes par des éléments non analysés. Par ailleurs, la conductivité est l’inverse de la résistivité électrique. Elle est généralement exprimée en siemens par centimètre (S/cm) ou en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S/cm}$) et varie avec la température [4].

Suivant une échelle de conductivité, les eaux peuvent être catégorisées comme suit :

- très faiblement minéralisée (25 $\mu\text{S/cm}$ à 100 $\mu\text{S/cm}$) ;
- faiblement minéralisée (100 $\mu\text{S/cm}$ à 200 $\mu\text{S/cm}$) ;
- peu minéralisée (200 $\mu\text{S/cm}$ à 300 $\mu\text{S/cm}$) ;
- moyennement minéralisée (300 $\mu\text{S/cm}$ à 600 $\mu\text{S/cm}$) ;
- fortement minéralisée (600 $\mu\text{S/cm}$ à 1000 $\mu\text{S/cm}$).

1.1.3.1. Eaux de surface

Les valeurs de la conductivité électrique des points d’eaux sont représentées sur la figure 3.7 :

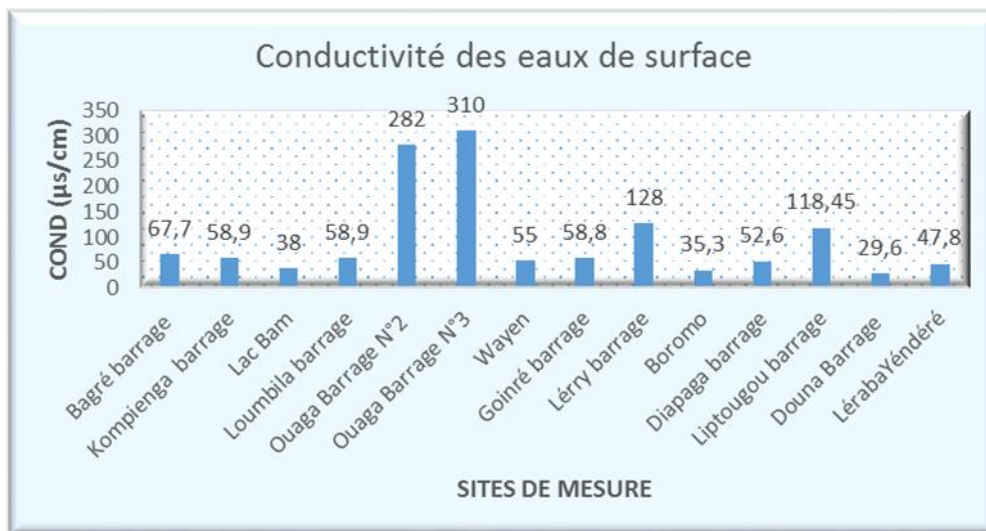


Figure 3.7: histogramme des conductivités électriques des sites d’eaux de surface mesurées en période hautes eaux

La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène. Elle est génératrice de sels après décomposition, minéralisation et également avec le phénomène d’évaporation qui concentre ces sels dans l’eau. Elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. D’après les résultats obtenus, les conductivités oscillent entre 29 $\mu\text{S/cm}$ et 310 $\mu\text{S/cm}$. Les eaux peuvent être classées de très faiblement minéralisées à moyennement minéralisées.

1.1.3.2. Eaux souterraines

Les valeurs de la conductivité électrique des points d’eaux sont représentées sur la figure 3.8 :

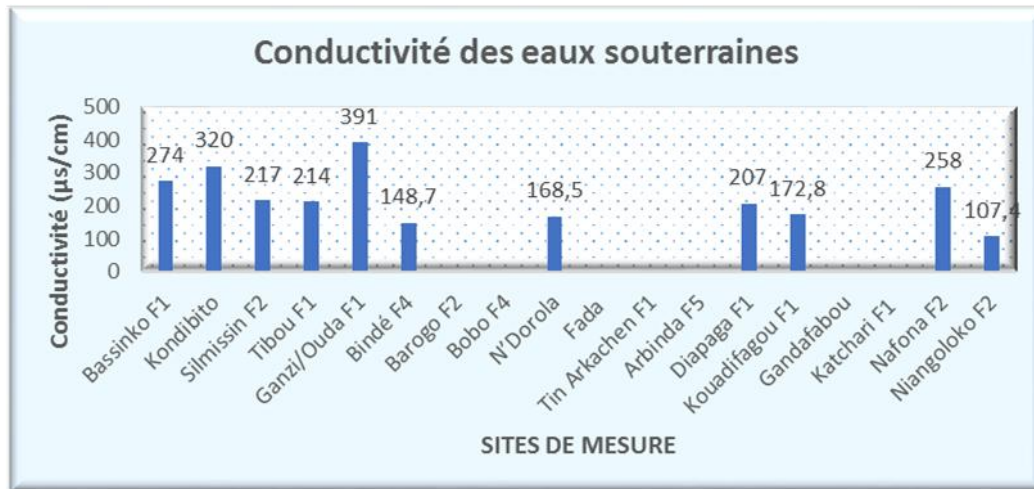


Figure 3.8: histogramme des conductivités électriques des sites d’eaux souterraines mesurées en période hautes eaux

Les résultats obtenus indiquent que les conductivités des eaux souterraines varient de 107 µs/cm à 400 µs/cm. Les eaux souterraines sont en général faiblement minéralisées. Cependant, les sites de Kondibito et Ganzzi sont en particuliers moyennement minéralisées.

1.1.4. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l’eau. La turbidité de l’eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes etc.), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). La turbidité se mesure sur le terrain à l’aide d’un turbidimètre. Elle s’exprime en Unité Néphélobimétrique de Turbidité ou NTU et correspond à une mesure optique de passage de lumière [5].

Suivant une échelle de Turbidité, les eaux peuvent être catégorisées comme suit :

- eau claire (NTU < 5)
- eau légèrement trouble (5 < NTU < 30)
- eau trouble (NTU > 50)

1.1.4.1. Eaux de surface

Les valeurs de turbidité des points d’eaux sont représentées sur la figure 3.9 :

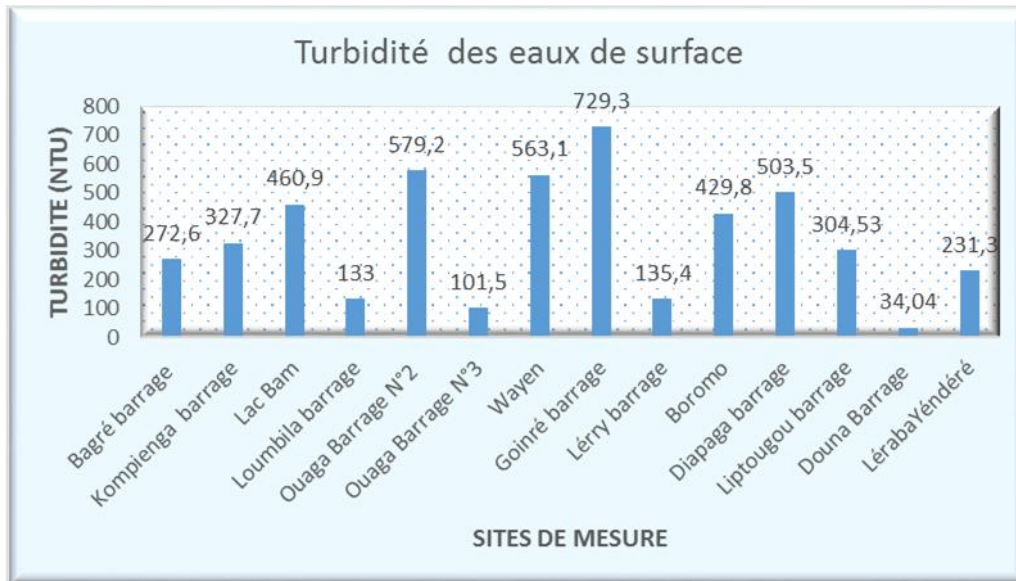


Figure 3.9 : histogramme des turbidités des sites d’eaux de surface mesurées en période hautes eaux

D’après les résultats obtenus, les turbidités des eaux de surface varient de 34 NTU à 729 NTU. Les eaux de surface sont donc des eaux troubles avec une teneur en particules colloïdales assez élevée.

1.1.4.2. Eaux souterraines

Les valeurs de turbidité des points d’eaux sont représentées sur la figure 3.10 :

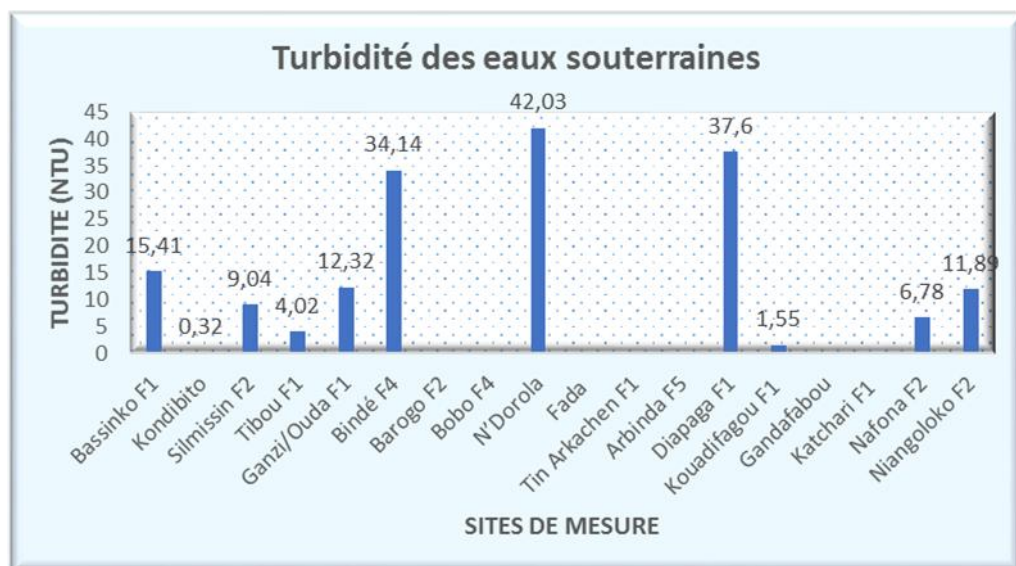


Figure 3.10 : histogramme des turbidités des sites d’eaux souterraines mesurées en période hautes eaux

D’après les résultats obtenus, les turbidités des eaux souterraines varient de 0,32 NTU à 42,03 NTU. La majeure partie des eaux souterraines sont légèrement troubles. Elles sont claires au niveau des sites de Kondibito, Tibou et Kouadifagou.

1.2. Qualité chimique

1.2.1. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC est un indice de pouvoir tampon de l'eau face aux substances acides. Il correspond à la teneur en ions OH⁻, CO₃²⁻ et HCO₃⁻. Pour des pH inférieurs à 8,3, la teneur en ions OH⁻ et CO₃²⁻ est négligeable (TA=0). Dans ce cas, la mesure du TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls [6].

1.2.1.1. Eau de surface

Les valeurs de TAC des points d'eaux sont représentées sur la figure 3.11 :

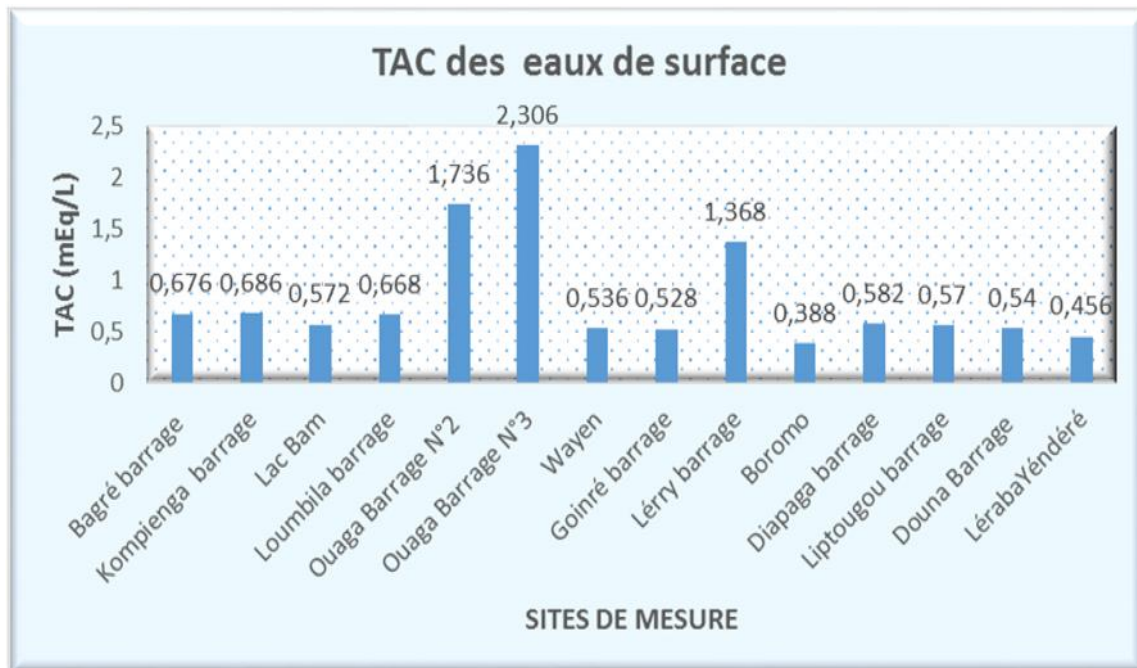


Figure 3.11 : histogramme des TAC des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Le pH des eaux de surfaces étant inférieur à 8,3, le titre alcalimétrique complet correspond alors à la teneur de l'eau en hydrogénocarbonates. Les résultats obtenus indiquent des valeurs variant entre 0,388 mEq/L à 2,306 mEq/L. Il existe une corrélation parfaite entre les TAC et les ions bicarbonates mesurés. La figure 3.12 indique les teneurs en bicarbonates qui confirment les teneurs en TAC mesuré.

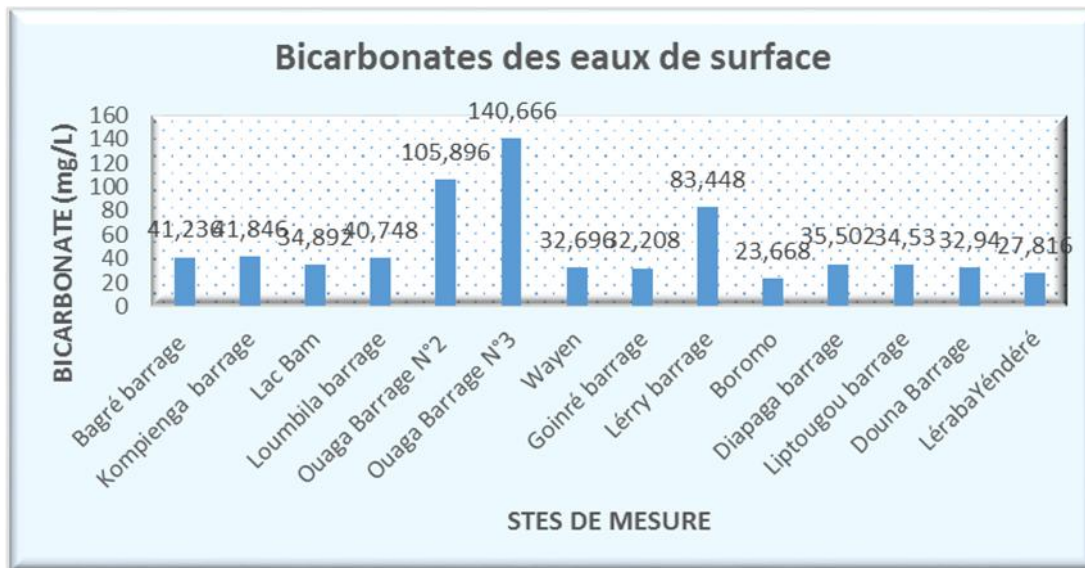


Figure 3.12 : histogramme des bicarbonates des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

1.2.1.2. Eaux souterraines

La connaissance des valeurs du TAC est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau puisque qu'elle dépend de l'équilibre calco-carbonique. Au cours de la mesure, si le pH et le TAC augmente, l'eau est agressive. S'ils diminuent, l'eau est entartant. L'optimum pour la consommation humaine se situe entre 2 et 5 mEq/L (normes de l'OMS). Les valeurs de TAC des points d'eaux sont représentées sur la figure 3.13 :

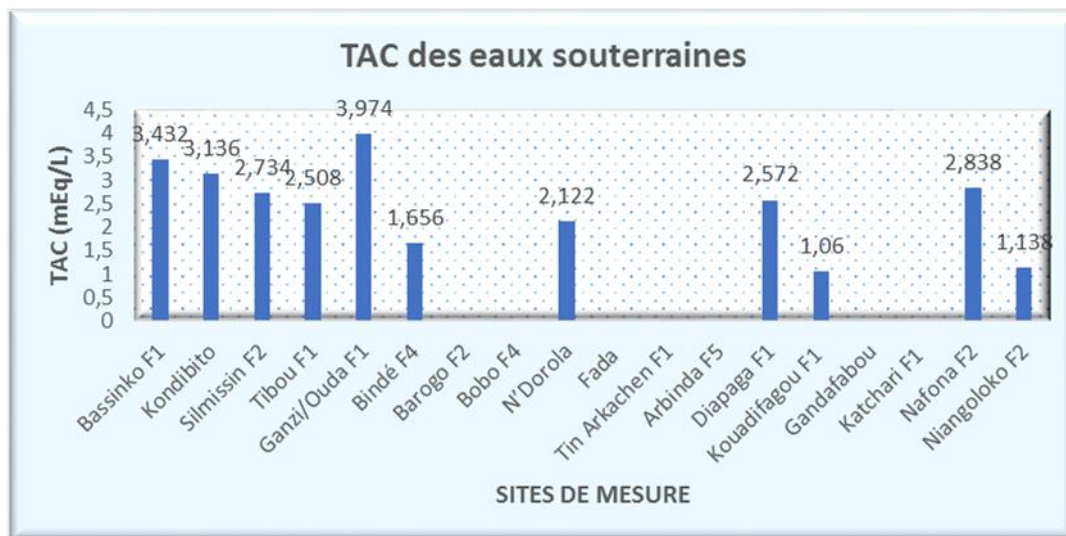


Figure 3.13 : histogramme des TAC des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les résultats des mesures montrent un minimum de TAC de 1,06 mEq/L au niveau du site de Kouadifagou et un maximum de 3,974 mEq/L à Ganzi/Ouda. Elles indiquent que les eaux ne présentent aucune agressivité et donc de qualité acceptable. Les valeurs des bicarbonates mesurés confirment également l'évolution des teneurs du TAC. La figure 3.14 montre l'historique des teneurs en bicarbonates.

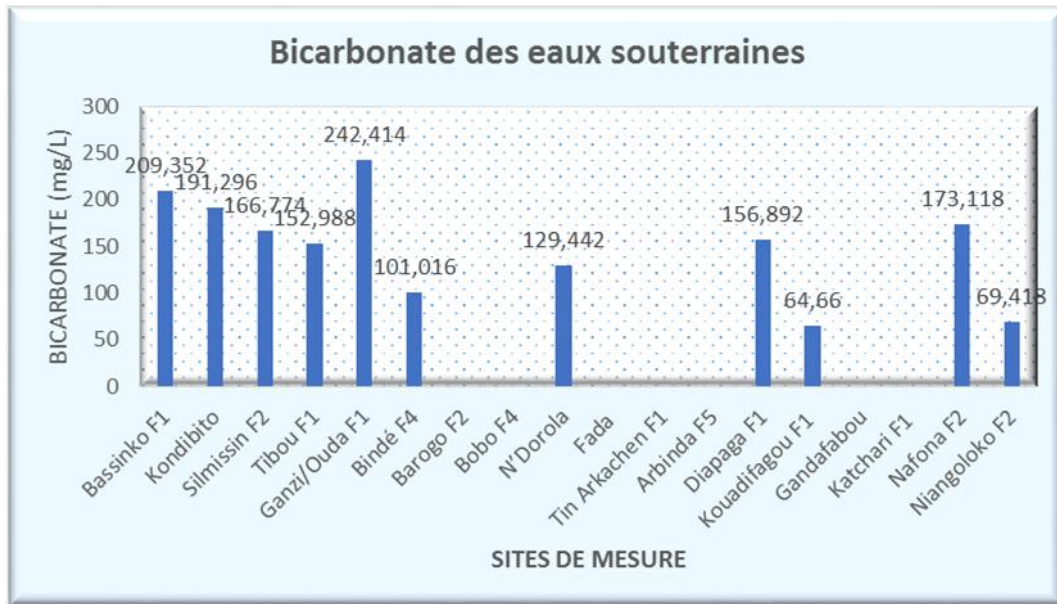


Figure 3.14 : histogramme des bicarbonates des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

1.2.2. Dureté totale (TH)

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium. La relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO₃ est établie comme suit [7] :

- Eau douce (0 à 60 mg/L)
- Eau moyennement douce (60 à 120 mg/L)
- Eau dure (120 à 180 mg/L)
- Eau très dure plus de 180 mg/L

Une dureté supérieure à 200 mg/L peut provoquer l'entartrage CaCO₃ (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume [7].

1.2.2.1. Eaux de surface

Les valeurs de la dureté des points d'eaux sont représentées sur la figure 3.15 :

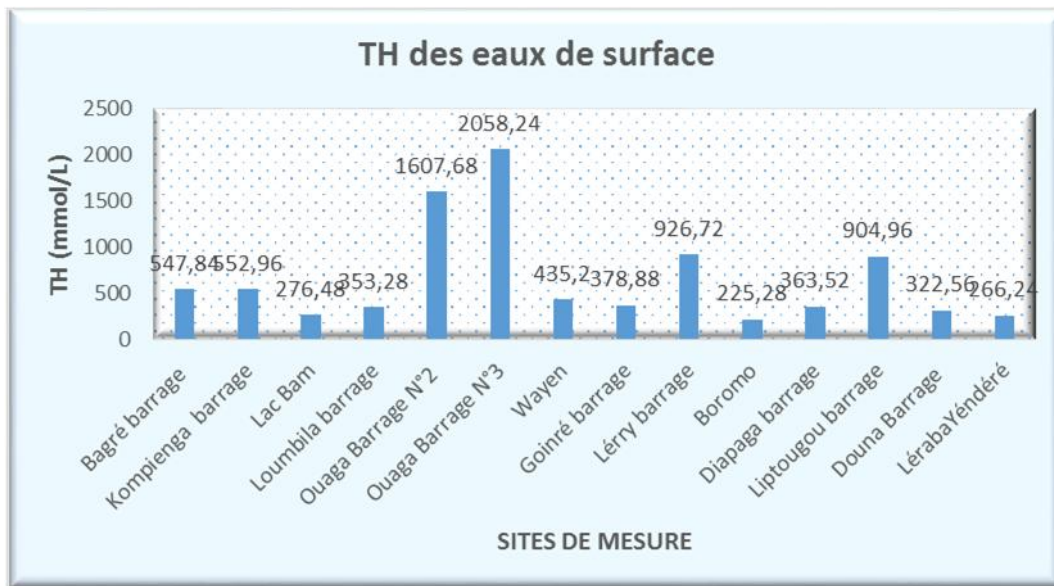


Figure 3.15 : histogramme des TH des sites d’eaux de surface mesurés en période hautes eaux

La dureté des eaux de surface oscille entre 225,58 mg/L et 2058,24 mg/L. En se référant à la classification des eaux selon la teneur en TH, on peut dire que les eaux de surfaces sont très dures, car les teneurs sont au-delà de 180 mg/L. Cependant, on note des valeurs extrêmes au niveau des barrages N°2 et N°3 de Ouagadougou. Ces fortes valeurs résulteraient du lessivage des terrains traversés par les eaux de ruissèlement.

1.2.2.2. Eaux souterraines

Les valeurs de la dureté des points d’eaux sont représentées sur la figure 3.16 :

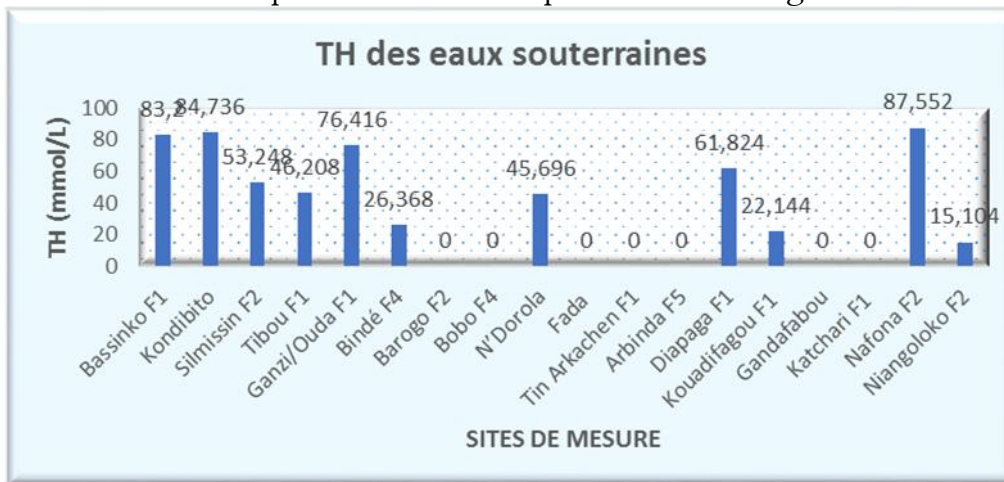


Figure 3.16 : histogramme des TH des sites d’eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les résultats concernant les eaux souterraines montrent des teneurs variant entre 15,104 mg/L et 85,552 mg/L. Ce sont des valeurs relativement faibles. D’après les résultats, les eaux souterraines peuvent être classées en deux groupes à savoir :

- les eaux douces pour les teneurs comprises entre (0 à 60 mg/L)
- les eaux moyennement douces pour les teneurs comprises entre (60 à 120 mg/L).

1.2.3. Magnésium (Mg²⁺)

Le magnésium est présent dans toutes les eaux naturelles. Il s’agit d’un élément indispensable, en petites quantités, à tous les organismes vivants. Il contribue de façon importante à la dureté de l’eau. Or, une eau trop dure peut avoir des effets sur le fonctionnement et la durée de vie d’un système de plomberie et des appareils ménagers.

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux origines :

- les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique.
- la dissolution du Sulfate de Magnésium (MgSO₄) des terrains gypseux [8].

1.2.3.1. Eaux de surface

La figure 3.17 représente la variation des ions magnésium des eaux de surface

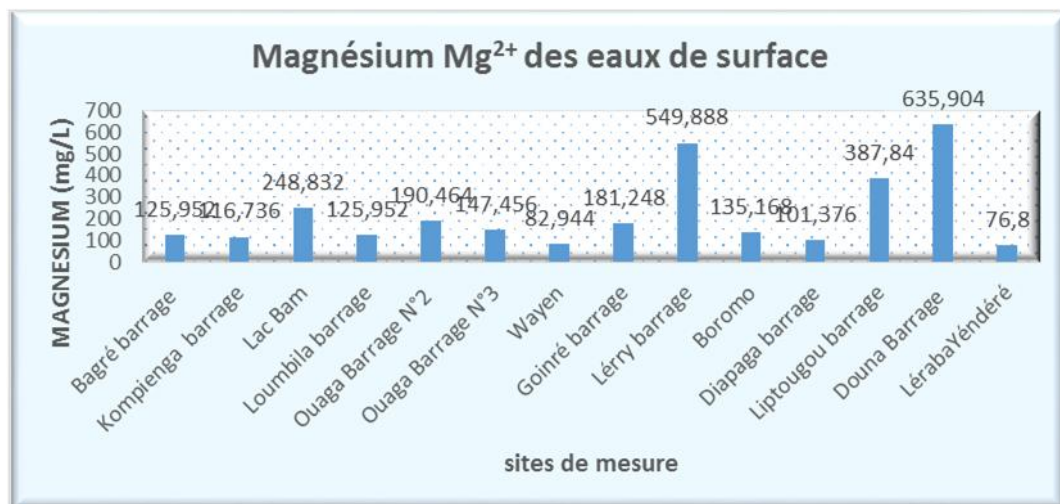


Figure 3.17: histogramme des ions magnésium des sites d’eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Les résultats observés montrent que les eaux de surface présentent des teneurs en ion Magnésium variant de 76,8 à 635,904 mg/L. La concentration minimale a été observée au niveau de la Léraba Yéndéré et la teneur maximale a été enregistrée au niveau de Douna Barrage.

1.2.3.2. Eaux souterraines

La figure 3.18 représente la variation des ions magnésium des eaux de surface

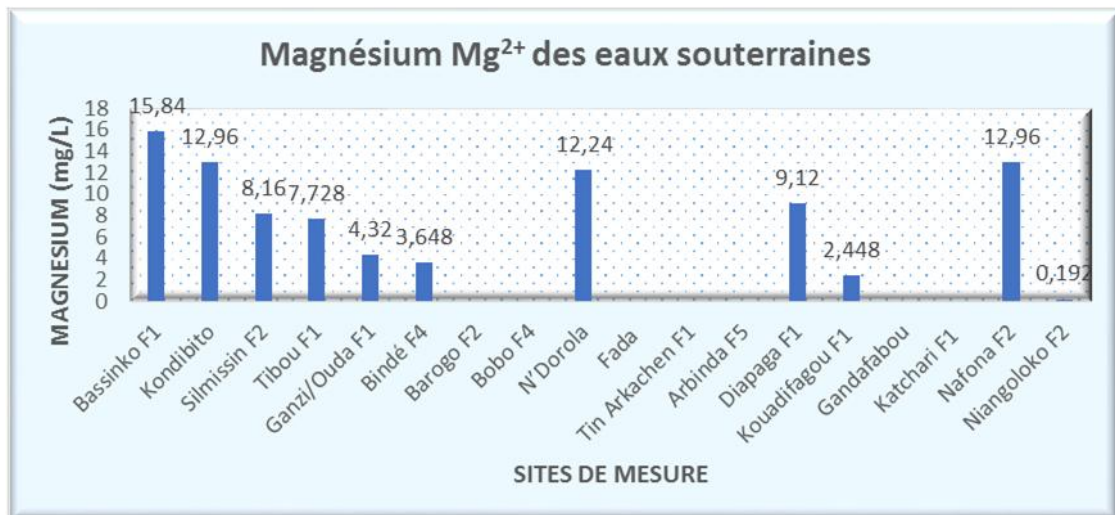


Figure 3.18 : histogramme des ions magnésium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

D'après les résultats obtenus, Les concentrations des ions magnésiums sont relativement faibles et varient entre 2,45 mg/L et 15,84 mg/L. Ces teneurs sont en deçà de la norme de potabilité de l'OMS qui est de 50 mg/L donc la qualité des eaux dans ces sites est acceptable.

1.2.4. Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Etant un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, de chlorures etc. Les eaux de bonne qualité renferment des teneurs comprises entre 250 à 350 mg/L. Les eaux qui dépassent les 500 mg/L présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques [9].

1.2.4.1. Eaux de surfaces

La figure 3.19 représente la variation des ions calcium des eaux de surface

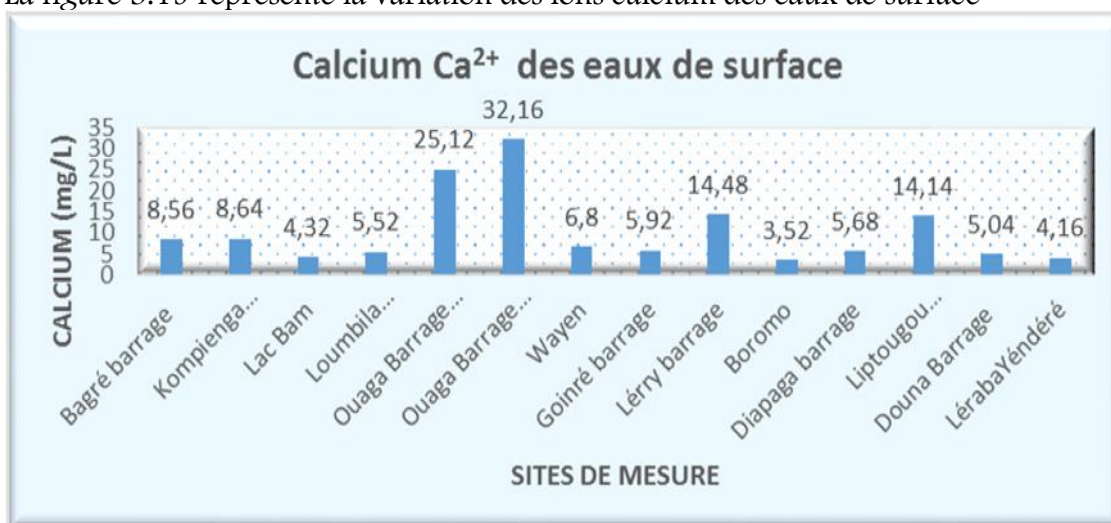


Figure 3.19 : histogramme des ions calcium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Les ions calcium Ca^{2+} dans les eaux sont principalement liés à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées ($CaCO_3$), soit la dissolution des formations gypseuses ($CaSO_4$). D'après les résultats obtenus, la teneur de ces ions oscille entre 3,52 mg/L à 14,48 mg/L sauf dans les barrages N°2 et N°3 de Ouagadougou au niveau desquels on note des valeurs extrêmes respectivement de 25,1 mg/L et 32,16 mg/L.

1.2.4.2. Eaux souterraines

La figure 3.20 représente la variation des ions calcium des eaux souterraines

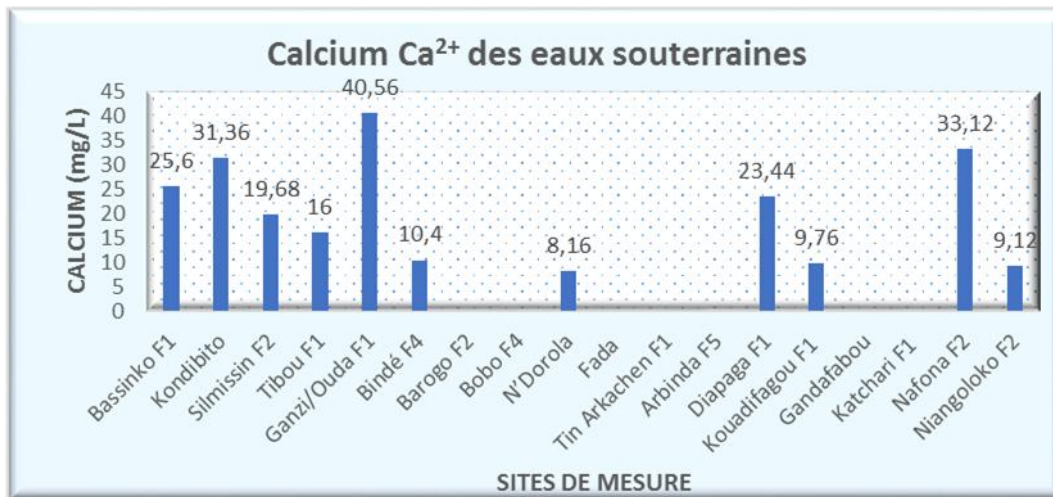


Figure 3.20 : histogramme des ions calcium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les résultats des mesures montrent des teneurs en calcium variant de 8,16 mg/L à 40,56 mg/L. Ces concentrations sont inférieures à la norme de l'OMS qui est de 500 mg/L. Ainsi, les teneurs de calcium sont plus faibles et indiquent que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses. La qualité de l'eau au niveau de ces sites est acceptable.

1.2.5. Sodium (Na^+)

Le sodium est un élément constant de l'eau. Toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L et même au-delà. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, ce sel peut provenir de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium.

Les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable.

1.2.5.1. Eaux de surface

La figure 3.21 représente la variation des ions sodium dans les eaux de surface

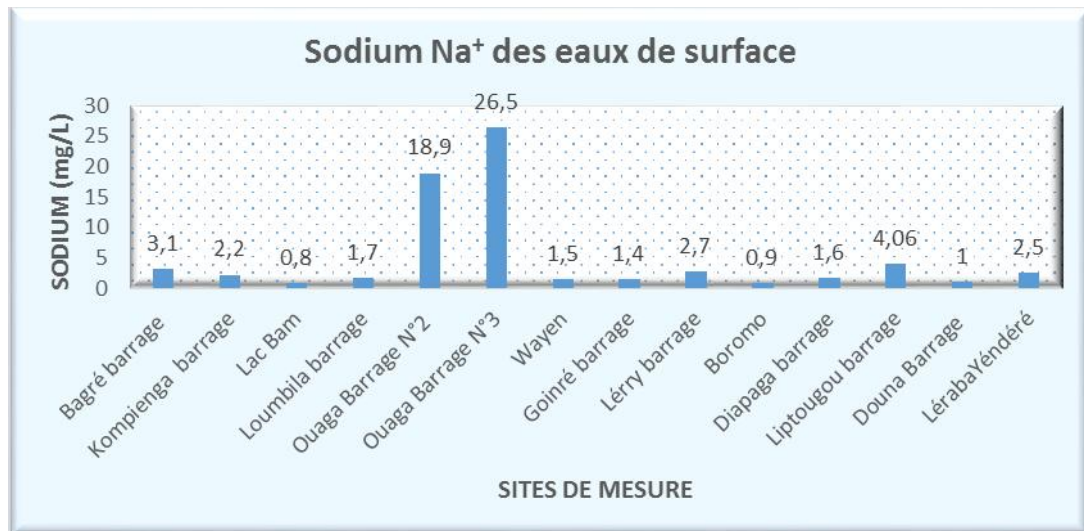


Figure 3.21 : histogramme des ions sodium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Les résultats observés montrent des teneurs en sodium relativement faibles dans les sites de mesure et variant 0,8 mg/L à 4,6 mg/L, sauf dans les barrages N°2 et N°3, où l'on a constaté des teneurs assez élevées par rapport aux autres sites. Ces teneurs observées sont respectivement de l'ordre de 18,9 mg/L et 26,5 mg/L.

Néanmoins, ces teneurs sont très en dessous de la norme que préconise l'OMS qui est de 200 mg/L. Par conséquent, l'utilisation de ces eaux ne présente aucun danger en matière de teneur élevée en sodium.

I.2.5.2. Eaux souterraines

La figure 3.22 représente la variation des ions sodium dans les eaux souterraines

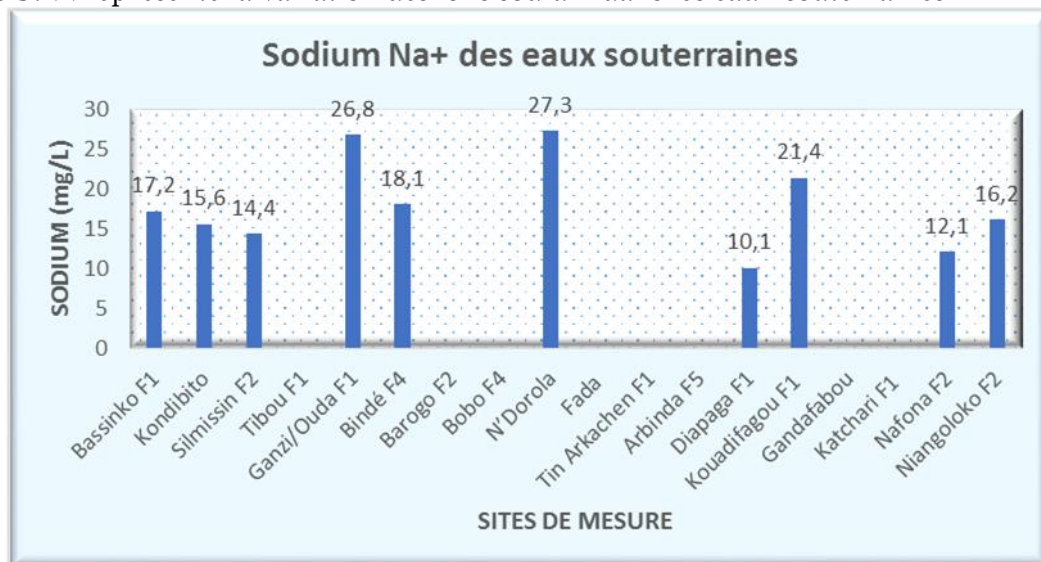


Figure 3.22 : histogramme des ions sodium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les résultats observés indiquent que les concentrations en sodium dans les eaux souterraines oscillent entre 10,1 mg/L à 27,3 mg/L. Ces valeurs sont largement inférieures à la valeur normative de l'OMS qui est de 200 mg/L, donc ces eaux sont de qualité acceptable.

I.2.6. Potassium (k⁺)

Le potassium est moins abondant que le sodium. Il est rarement présent à des teneurs supérieures à 20 mg/L dans les eaux naturelles.

Il est fréquemment présent dans les roches et les sols. Il peut aussi provenir de l'altération météorique et l'érosion des minéraux contenant du potassium comme le feldspath, le lessivage des sols contenant des engrais.

I.2.6.1. Eaux de surface

La figure 3.23 représente la variation des ions potassium dans les eaux de surface

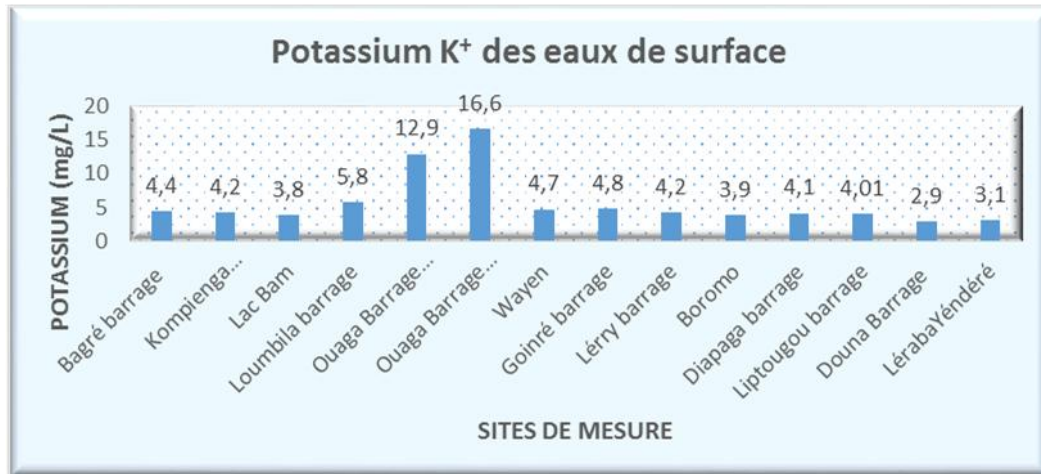


Figure 3.23: histogramme des ions potassium des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

Les résultats observés montrent des teneurs en potassium relativement faible et oscillant entre 3,1 mg/L à 5,8 mg/L. Par ailleurs, les valeurs extrêmes observées au niveau des barrages N°2 et N°3 de Ouagadougou sont respectivement de 12,9 mg/L et 16,6 mg/L. Ces valeurs extrêmes sont probablement dues à la lixiviation des rejets domestiques et des sols contenant des engrais.

I.2.6.2. Eaux souterraines

La figure 3.24 représente la variation des ions sodium dans les eaux souterraines

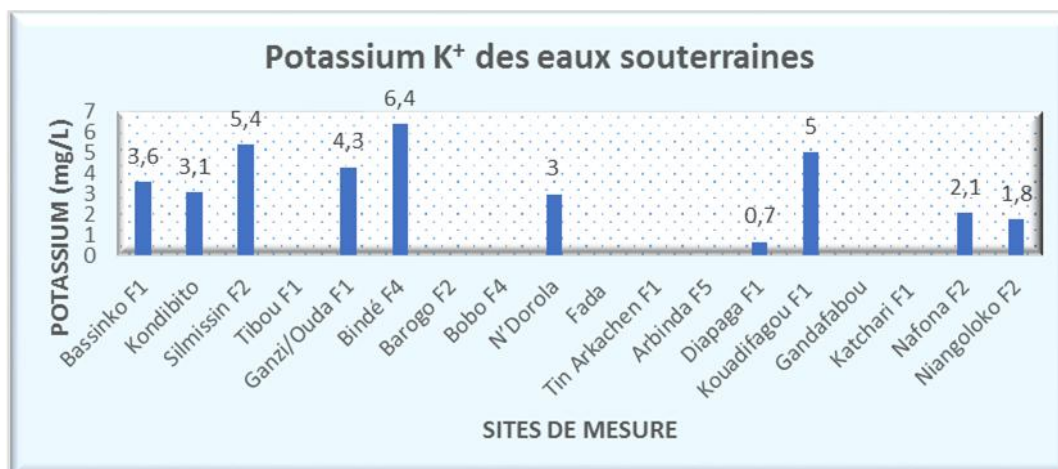


Figure 3.24 : histogramme des ions potassium des sites d'eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les teneurs en potassium relevées dans les eaux souterraines sont inférieures à la valeur normative qui est de 50 mg/L. Ces teneurs varient entre 0,7 mg/L à 6,4 mg/L. Les eaux souterraines présentent à cet effet une bonne qualité pour ce qui est des ions Potassium.

1.3. Les métaux lourds

A la différence de la plupart des contaminants organiques, les métaux lourds sont des constituants naturels dans les roches et dans les gisements minéraux. Ainsi, ces éléments sont présents à de faibles teneurs dans les eaux de surface et souterraines. Pour évaluer l'impact d'un métal lourd sur les ressources en eau, la seule présence n'est pas suffisante. Cet impact est potentiel si le métal donné se trouve à des niveaux des concentrations anormalement élevées par rapport aux normes de qualité utilisées [10].

Les métaux considérés dans le suivi de la qualité de l'eau en 2017 sont des métaux nécessaires pour les organismes ; ils sont dits « essentiels », bien qu'à des fortes concentrations, ils peuvent être nocifs pour les organismes. Il s'agit du Fe, Mn et Cu qui sont essentiels (micronutriments), et dont l'absence entrave le fonctionnement ou empêche le développement d'un organisme. Les figures 3.25 et 3.26 montrent les teneurs de ces métaux des eaux de surface et souterraines mesurées en période hautes eaux.

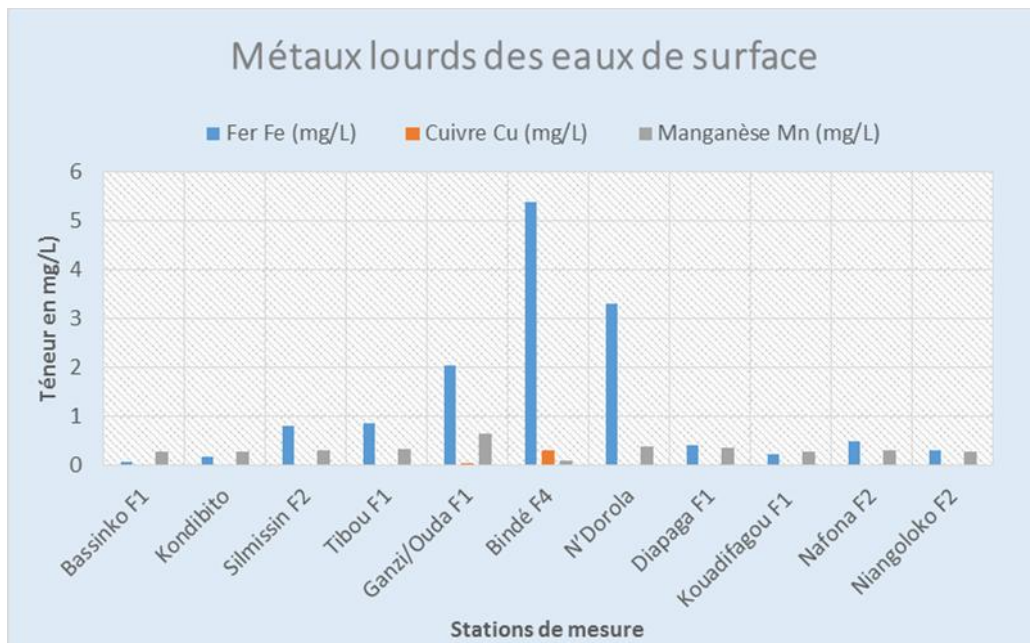


Figure 3.25 : histogramme des métaux lourds des sites d'eaux de surface mesurés en période hautes eaux

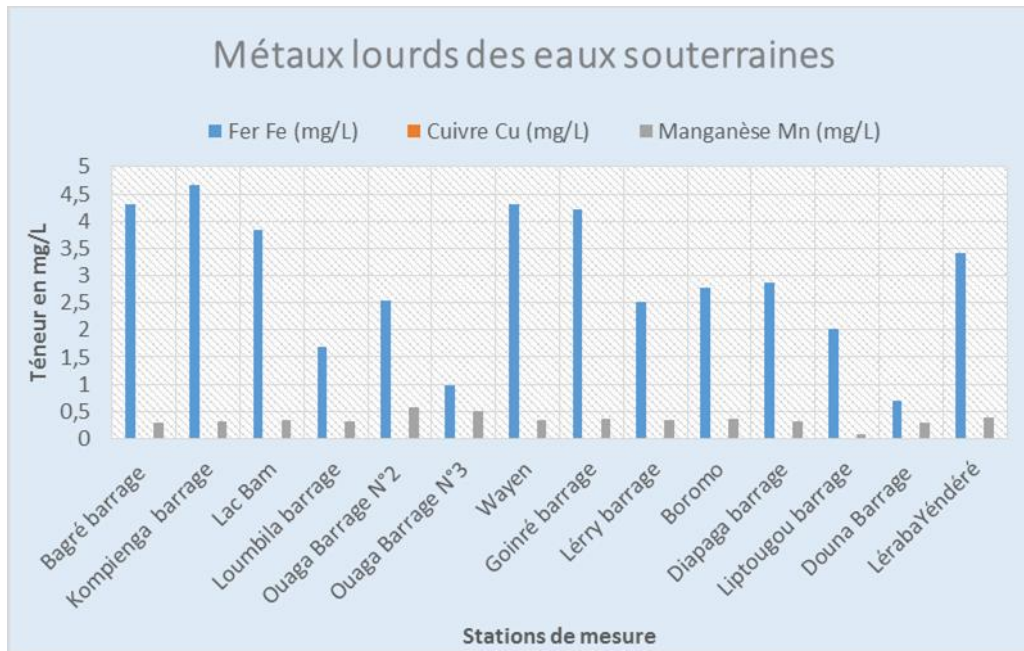


Figure 3.26 : histogramme des métaux lourds des sites d’eaux souterraines mesurés en période hautes eaux

Les résultats obtenus montrent une dominance du Fer par rapport au Manganèse et au Cuivre, dans les eaux de surface comme dans les eaux souterraines. Le Cuivre est quasiment inexistant dans les eaux (teneur inférieure à 0,05 mg/L). Cependant, on note une contamination des eaux souterraines par le Fer dans tous les sites dont la teneur dépasse la norme de qualité (0,3 mg/L) d’eau souterraine destinée à la consommation humaine. Les teneurs en manganèse observées sont relativement faibles dans les eaux. Cependant, on observe au niveau du site Ganzi/Ouda une teneur de 0,66 mg/L légèrement supérieure à la norme de potabilité définie par l’OMS (0,4 mg/L).

V. Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques

En vue d’apprécier la dépendance entre les différents paramètres mesurés, une matrice de corrélation a été établie entre ces paramètres pris deux à deux. Cette relation permet également de se pencher sur l’origine des minéralisations.

1. Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques des eaux de surface

Le tableau 30 présente les matrices de corrélation entre les paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux de surface.

Tableau 3.4 : Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux de surface du réseau qualité

Variable	Température	pH	Conductivité	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Bicarbonate	TAC	TH	Fer	Manganèse
Température	1											
pH	0,28	1										
Conductivité	-0,25	0,16	1									
Calcium	-0,24	0,18	0,99	1								
Magnésium	0,00	-0,23	-0,01	0,05	1							
Sodium	-0,32	0,13	0,96	0,95	-0,12	1						
Potassium	-0,27	0,26	0,94	0,91	-0,20	0,98	1					
Bicarbonate	-0,13	0,24	0,95	0,95	0,07	0,92	0,91	1				
TAC	-0,13	0,24	0,95	0,95	0,07	0,92	0,91	1,00	1			
TH	-0,16	0,09	0,83	0,84	0,40	0,78	0,75	0,92	0,92	1		
Fer	-0,09	-0,09	-0,41	-0,42	-0,52	-0,42	-0,39	-0,42	-0,42	0,52	1	
Manganèse	-0,16	0,02	0,58	0,49	-0,31	0,65	0,70	0,64	0,64	0,57	0,05	1

L’analyse de cette matrice montre une bonne corrélation positive (supérieur à 0,7) entre :

- la conductivité avec le calcium, le sodium, le potassium, les bicarbonates.
- le calcium avec le sodium, le potassium, les bicarbonates.
- le sodium avec le potassium, les bicarbonates.
- le potassium avec les bicarbonates

2. Corrélation entre les différentes variables physico-chimiques et chimiques des eaux souterraines

Le tableau 31 présente les matrices de corrélation entre les paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux souterraines.

Tableau 3.5 : Matrice de corrélation des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux souterraines du réseau qualité

Variable	Température	pH	Conductivité	Calcium	Magnésium	Sodium	Potassium	Bicarbonate	TAC	TH	Fer	Manganèse
Température	1											
pH	-0,45	1										
Conductivité	0,12	0,53	1									
Calcium	0,10	0,52	0,93	1								
Magnésium	-0,12	0,63	0,41	0,41	1							
Sodium	-0,35	0,12	0,15	-0,13	-0,20	1						
Potassium	-0,21	-0,04	0,01	-0,19	-0,28	0,39	1					
Bicarbonate	0,11	0,63	0,91	0,88	0,60	0,02	-0,08	1				
TAC	0,11	0,63	0,91	0,88	0,60	0,02	-0,08	1,00	1			
TH	0,01	0,7	0,84	0,88	0,79	-0,19	-0,27	0,90	0,90	1		
Fer	-0,28	-0,01	-0,22	-0,31	-0,22	0,45	0,52	-0,16	0,16	-0,32	1	
Manganèse	-0,03	0,20	0,62	0,54	-0,03	0,49	-0,21	0,56	0,56	0,35	-0,15	1

Au regard des résultats de la matrice de corrélation (Tableau 65), on peut faire plusieurs remarques :

- La minéralisation des eaux souterraines est essentiellement liée aux ions bicarbonates et calcium et dans une moindre mesure au magnésium. En effet, on observe trois types de corrélations :
 - une bonne corrélation entre la conductivité et les bicarbonates et le calcium une corrélation moyenne entre la conductivité et le magnésium
 - une corrélation plus discrète avec le sodium et le potassium.
 - Le magnésium et le calcium seraient d'origine identique liée à la roche, alors que les bicarbonates sont d'autres sources.
 - une bonne corrélation entre le magnésium et les bicarbonates
 - une bonne corrélation entre le calcium et les bicarbonates, une corrélation moyenne avec le magnésium et le manganèse, mais une plus faible corrélation entre le calcium et le sodium, ainsi qu'entre le potassium et le fer.

VI. Minéralisation

1. Minéralisation des eaux de surface

La projection des analyses des eaux de surface sur le diagramme de Piper montre que les eaux présentent un faciès carbonatés calcique et magnésien.

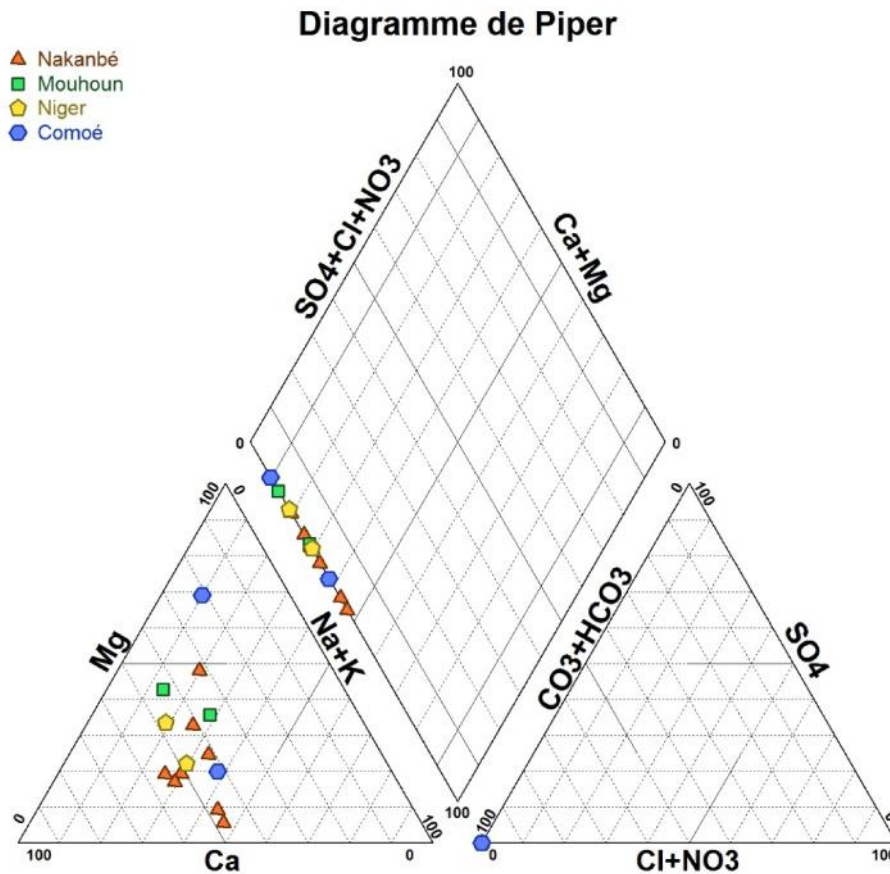


Figure 3.27 : Projection sur le diagramme de Piper des analyses des eaux de surface

Les échantillons sont plus concentrés dans le diagramme ternaire des cations, montrant qu'il n'y a pas de cations dominants dans les eaux de surface.

La répartition par bassin montre que les eaux du bassin de la Comoé présentent des concentrations plus élevées en bicarbonates par rapport aux autres bassins.

Le faciès carbonaté calcique et magnésien représente en général les eaux faiblement minéralisées. Les conductivités des eaux varient entre 38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (bassin du Nakanbé) et 128 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (bassin du Mouhoun).

2. Minéralisation des eaux souterraines

Les points d'eaux souterraines des quatre bassins sont reportés sur le diagramme de Piper (fig. 28). Ils appartiennent également au faciès carbonaté calcique et magnésien.

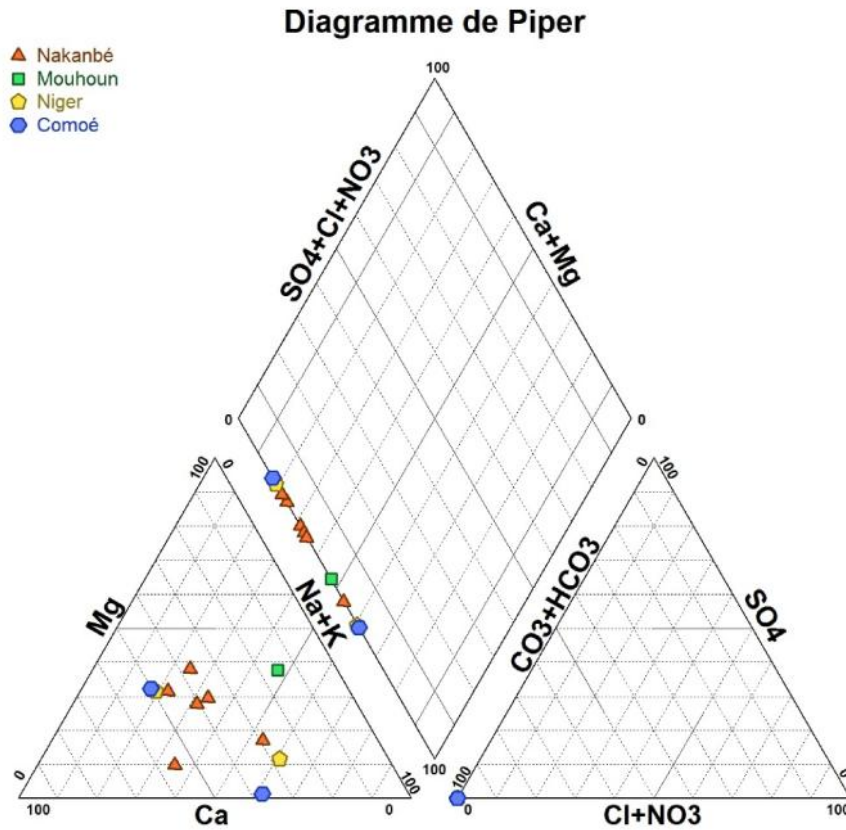


Figure 3.28 : Projection sur le diagramme de Piper des analyses des eaux souterraines

Les eaux du faciès carbonaté calcique et magnésien sont faiblement minéralisées dans les bassins du Mouhoun, Niger, Comoé et une partie du bassin du Nakanbé. La conductivité électrique varie entre 107 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 274 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La minéralisation est moyenne au niveau des sites de Kondibito et Ganzu du bassin du Nakanbé avec des conductivités respectives de 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 391 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le diagramme montre qu'il n'y a pas de cations dominants dans les eaux des sites mesurés.

Conclusion partielle :

Ce travail a porté sur l'état de la qualité des eaux de surface et souterraines en période hautes eaux du réseau de suivi qualité des eaux de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE). Elle a consisté à effectuer un échantillonnage des eaux du réseau, à analyser les échantillons d'eau et à interpréter les données issues de ces analyses.

A la lumière des résultats obtenus, il ressort que :

Les paramètres physico-chimiques (Température, conductivité, pH, turbidité, ions majeurs) mesurés respectent les normes de qualité admises au Burkina (normes OMS) ;

Le Fer dans les eaux du réseau est en quantité assez élevée dépassant les normes admises au Burkina (normes OMS). La présence élevée du Fer pourrait être de source naturelle (dissolution de roche) ou due au lessivage des décharges (lixiviation) ;

Le Manganèse est aussi en quantité élevée dans les barrages N°2 et N°3 de Ouagadougou, ainsi que dans le piézomètre de Ganzi/Ouda. Cette présence élevée pourrait aussi provenir de source naturelle sous forme de petites particules dans l'eau ou de source humaine par l'utilisation de pesticides au Manganèse.

CONCLUSION GENERALE

De manière globale, la pluviométrie est en baisse depuis les années 1960. Depuis les années 1990, elle connaît une légère amélioration beaucoup plus marquée sur les dix dernières années (2008 à 2017). Cette amélioration de la pluviométrie s'accompagne généralement d'une légère augmentation des écoulements.

L'année hydrologique 2017 a été marquée par des écoulements déficitaires à excédentaires par rapport à 2016 et à la normale hydrologique sur l'ensemble des quatre bassins versants nationaux.

L'analyse des écoulements montre que l'année 2017 est déficitaire par rapport à 2016 sur l'ensemble des quatre (04) bassins hydrographiques nationaux du pays.

En 2017, aussi bien dans le domaine du sédimentaire que dans le socle, on observe des processus de remontée et de baisse des niveaux des nappes au niveau des piézomètres suivis. Au niveau du socle, sur certains piézomètres (Sebba, Kantchari, Tougou, Bindé, Arbinda, Kondibito) on note que les niveaux piézométriques de 2017 sont plus bas que ceux de la moyenne des cinq (05) dernières années. Pour d'autres (séguénéga, Tibou et Bassinko) les niveaux piézométriques de 2017 sont au-dessus de ceux de la moyenne des cinq (05) dernières années.

Dans le sédimentaire, les niveaux piézométriques à Nouna, Koalou et Kouka en 2017 sont en dessous de ceux de la moyenne des cinq dernières années.

Globalement, les nappes réagissent bien à la pluie aussi bien dans le sédimentaire que dans le socle.

L'analyse de la qualité des eaux de surface et souterraine à travers cinq paramètres (PH, Conductivité, Nitrites-Nitrates, Chlores, Fer) n'a pas révélé une non-conformité significative aussi bien en période de basses eaux qu'en périodes de hautes eaux à part quelques rares cas.

Des résultats significatifs ont été trouvés mais cela ne s'est pas fait sans difficultés. Plusieurs chroniques hydrométriques ou piézométriques comportent des lacunes sur plusieurs mois voire des années pour des raisons diverses (techniques, financières, organisationnelles).

Aussi, en ce qui concerne la qualité des eaux, une quinzaine de paramètres sont analysés mais il est généralement difficile pour une station donnée de retrouver plusieurs paramètres de qualité des eaux surtout aussi bien en hautes eaux qu'en basses eaux.

La DGRE travaille à réduire ces insuffisances en mettant en œuvre plusieurs actions telles que l'optimisation et la modernisation des réseaux, la supervision des réseaux, l'acquisition de matériel et de réactif pour l'analyse des eaux, le renforcement des capacités, etc. Tout cela devrait concourir à un meilleur suivi des ressources en eau et permettre d'améliorer les prochaines éditions du document de synthèse.

Référence :

1. BENALLOU. A, (Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie d'Arrib. Centre université de Khemis Miliana (2004).
2. MAHAMAT. B, BESKRI. A : Caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de Khemis Miliana, Mémoire fin d'étude. Centre université de Khemis Miliana (2010).
3. AFNOR, 2001. Qualité de l'eau. Tome 4. 6^e édition. Analyses biochimiques et biologique – Analyses Microbiologiques,
4. MAKHOUKH .M : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc (2011).
5. JOEL. G : La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre (2003).
6. MENAD. K, METADJER : Traitement des eaux saumatre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana .Université Khemis Miliana (2012).
7. HAWA .S: Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la Ville de Bamako. Université de Bamako (2001).
8. SAHRAOUI. N: Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana (2015).
9. KHELILI .R, LAZALI .D: Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla), (2015).
10. Elder, J.F: Metal Biogeochemistry in Surface-Water system- A review of Principles and Concepts. 1013, United States Geological Survey (1988).

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des 94 piézomètres du réseau national

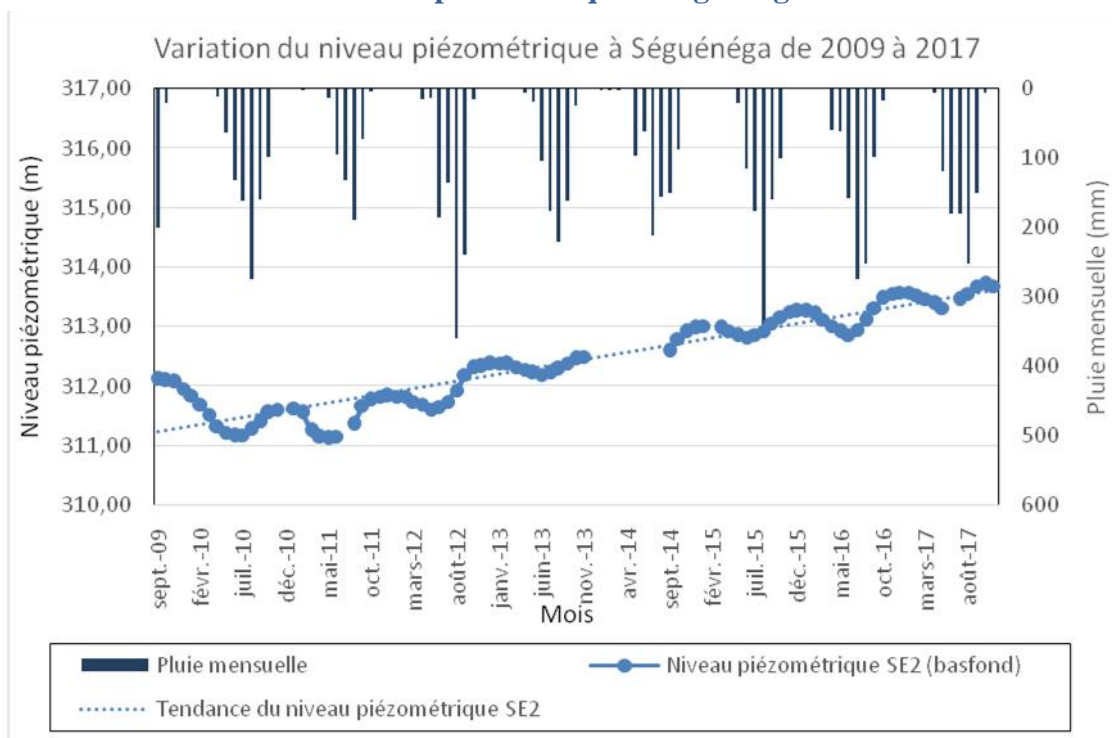
	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
Zone du sédimentaire	1	F1	Hauts-Bassins	N'Dorola	Dingasso	BD/05/08-11	02/08/1989	103	337.7	Grès	Soudanien
		F2	Hauts-Bassins	N'Dorola	Dingasso	BD/05/08-12	02/08/1989	103	337.7	Grès	Soudanien
	2		Mouhoun	Nouna	Nouna	DD/05/29	01/01/2004	16	281.1		Soudano-sahélien
	3		Mouhoun	Gassan	Gassan	DD/04/14	01/01/2004	15	260.4		Soudano-sahélien
	4		Mouhoun	Bondokuy	Bondokuy	HN/01/01	01/01/2004	21	361.9		Soudano-sahélien
	5		Mouhoun	Sanaba	Gombio	DD/10/02	01/01/2004	19.8			Soudano-sahélien
	6		Mouhoun	Tansila	Tansila	DK/11/03	01/01/2004	17	434.3		Soudano-sahélien
	7		Mouhoun	Sanaba	Kossoba	DD/09/16	01/01/2004	66	282.8		Soudano-sahélien
	8		Mouhoun	Kouka	Kouka	BD/03/01	01/01/2004	19	323.8		Soudano-sahélien
	9		Mouhoun	Tansila	Toungo	DK/11/08	01/01/2004	15	395.3		Soudano-sahélien
	10		Est	Diapaga	Koalou	DP/16/01-61	01/01/2004	24.5	149.7		Soudanien
	11		Est	Diapaga	Kionkianga	DP/16/01-62	01/01/2004	23.5	244.4		Soudano-sahélien
	12	SE4	Sahel	Tin-Akof	Tin-Akoff		27/01/2009	66.2	271.64	Schiste	Sahélien
	13	SE3	Sahel	Tin-Akof	Tin-Akoff		19/01/2009	66.65	274.19	Schiste	Sahélien
	14	SE5	Sahel	Déou	Tin-Arkachen		07/11/2009	151.15	279.81	Calcaire	Sahélien
15	SE4	Sahel	Déou	Tin-Arkachen		21/11/2009	122.5	274.88	Calcaire	Sahélien	
Zone du socle	16	F1	Cascades	Soubakaniedougou	Nafona	BF/05/05-11	12/01/1985	53	287.9	Alter Sch	Soudanien
	17	F2	Cascades	Soubakaniedougou	Nafona	BF/05/05-12	11/01/1985	42	288.4	Alter Sch	Soudanien
	18	F2	Cascades	Sidéradougou	Sidéradougou	BF/07/01-10	29/12/1984	38	318.9	Grabbro	Soudanien
	19	F1	Cascades	Sidéradougou	Sidéradougou	BF/07/01-9	27/12/1984	33	318.7	Grabbro	Soudanien
	20	F2	Cascades	Niangoloko	Niangoloko	BF/09/09-4	17/12/1984	53	337.4	Granite	Soudanien
	21	F1	Cascades	Niangoloko	Niangoloko	BF/09/09-5	18/12/1984	31	337	Alter	Soudanien
	22		Est	Diapaga	Diapaga	DP/16/01-58	18/05/1993	63	258.9	Granite	Soudano-sahélien
	23		Est	Diapaga	Diapaga	DP/16/01-59	19/05/1993	62	258.8	Granite	Soudano-sahélien
	24		Sahel	Gorom-Gorom	Gorom-Gorom	DR/12/02-32	14/05/1985	81		Granite	Sahélien

	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
	25		Sahel	Gorom-Gorom	Gorom-Gorom	DR/12/02-31	15/05/1985	82		Granite	Sahélien
	26		Sahel	Aribinda	Aribinda 3	DR/13/01-21	27/01/1985	52	321.1	Amphib	Sahélien
	27		Sahel	Dori	Katchari	DR/16/14-18	07/05/1993	56	281.6	Granite	Sahélien
	28		Sahel	Dori	Katchari	DR/16/14-19	07/05/1993	50	281.3	Granite	Sahélien
	29		Est	Fada-N'Gourma	Fada N'Gourma	FN/10/01-10	21/10/1986	62		Granite	Soudanien
	30		Est	Yamba	Koadifagou	FN/14/22-4	12/11/1988	44		Granite	Soudanien
	31		Est	Yamba	Koadifagou	FN/14/22-6	15/05/1993	55		Granite	Soudanien
	32	F3	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-6	09/12/1984	81	340,8	Phylade	Soudano-sahélien
	33	F1	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-5	07/12/1984	67	336,1	Metagab	Soudano-sahélien
	34	F2	Nord	Solle	Tibou	KD/04/39-4	28/04/1993	47	336.1	Metagab	Soudano-sahélien
	35		Centre	Ouagadougou	Ouagadougou	OG/10/01-248	12/05/1978	20	294.1	Granite	Soudano-sahélien
	36	F2	Centre	Ouagadougou	Bassinko	OG/10/22-7	08/11/1984	54	302	Volcan	Soudano-sahélien
	37	F1	Centre	Ouagadougou	Bassinko	OG/10/22-8	07/11/1984	58	301,7	Granite	Soudano-sahélien
	38	F3	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-2	19/11/1984	54		Granite	Soudano-sahélien
	39	F1	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-3	20/11/1984	64		Granite	Soudano-sahélien
	40	F2	Centre	Tanghin-Dassouri	Silmissin	OG/14/03-5	13/03/1985	35		Granite	Soudano-sahélien
	41	F1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-10	23/12/1987	52	322.5	Metagab	Sahélien
	42	F3/1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-07	24/12/1987	41	326	Alter	Sahélien
		F(4)1	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-12	23/01/1988	60	326	Schiste	Sahélien
	43	F3/2	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-08	24/12/1987	61	326.6	Schiste	Sahélien
		F4/2	Nord	Namissiguima	Tougou	OH/07/12-11	28/12/1987	40	326.6	Alter	Sahélien
	44	F7/2	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-09	07/01/1988	60	304.2	Granite	Soudano-sahélien
		F7/1-(7/3)	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-10	07/01/1988	60	304.2	Granite	Soudano-sahélien
	45	F8/1	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-11	03/02/1988	24	302.9	Alter	Soudano-sahélien
		F8/2	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-12	03/02/1988	48	302.9	Granite	Soudano-sahélien
		F8/3	Nord	Zogore	Nango-Fulcé	OH/10/10-13	03/02/1988	48	302.9	Granite	Soudano-sahélien
	46	F1/2	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-3	30/06/1988	42	266,5	Granite	Soudano-sahélien
	47	F1/1	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-4	30/06/1988	18	266.9	Schiste	Soudano-sahélien
		F2	Centre Sud	Bindé	Ouda	PO/08/26-5	19/11/1988	55	266.9	Alter	Soudano-sahélien

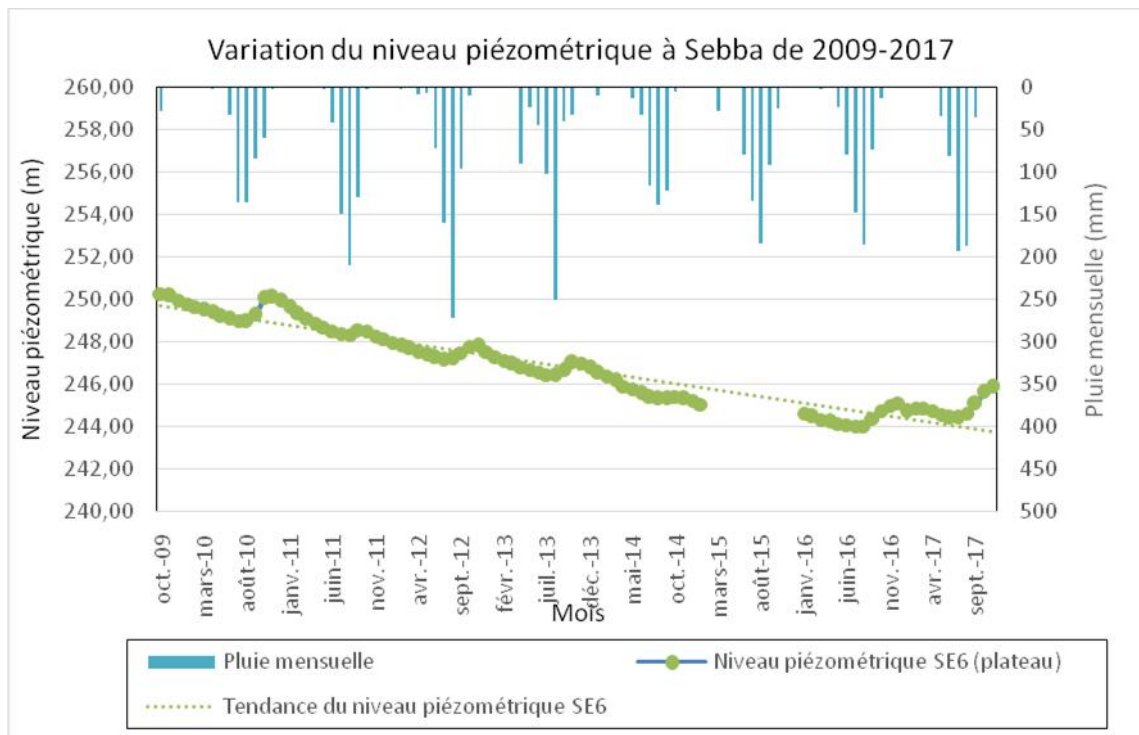
	N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréatio n	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
	48		Centre Sud	Bindé	Bindé	PO/08/29-13	23/11/1989	44	303.5	Granite	Soudano-sahélien
	49		Mouhoun	Boromo	Boromo	LE/01/01	01/01/2004	22	269.3		Soudano-sahélien
	50	SE6P	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		27/12/2008	49.1	363.01	Granite	Soudano-sahélien
		SE6G	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		27/12/2008	49.1	363.01	Granite	Soudano-sahélien
	51	SE2G	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		24/12/2008	43.02	372.13	Granite	Soudano-sahélien
		SE2P	Centre-Ouest	Thyou	Thyou		24/12/2008	43.02	372.13	Granite	Soudano-sahélien
	52	SE6	Centre-Ouest	Léo	Léo		19/08/2009	42.95	357.93	Granite	Soudanien
	53	SE4	Centre Sud	Po	Pô		06/10/2008	70	354.48	Granite	Soudanien
	54	SE5	Est	Bogandé	Nagaré		22/12/2008	43.2	322.15	Granite	Soudano-sahélien
	55	SE1	Centre-Nord	Kaya	Louda		01/11/2008	49	300.02	Granite	Soudano-sahélien
	56	SE5G	Centre-Nord	Kaya	Louda		31/10/2008	55.4	302.7	Granite	Soudano-sahélien
		SE5P	Centre-Nord	Kaya	Louda		31/10/2008	55.4	302.7	Granite	Soudano-sahélien
	57	SE9P	Sahel	Sampelga	Sampelga		24/12/2008	73.7	302.75	Granite	Sahélien
	58	SE4B	Sahel	Sampelga	Sampelga		24/12/2008	43.1	303.25	Schiste	Sahélien
	59	SE3	Est	Bogandé	Nagaré		22/12/2008	43.13	323.6	Granite	Soudano-sahélien
	60	SE5	Est	Piéga	Piéga		05/11/2008	43.04	252.2	Granite	Soudano-sahélien
	61	SE2	Est	Piéga	Piéga		05/11/2008	43.02	251.25	Granite	Soudano-sahélien
	62	SE5	Est	Gayeri	Gayeri		05/12/2008	48.87		Amphib	Soudano-sahélien
	63	SE6	Est	Gayeri	Gayeri		04/12/2008	49.09	275.91	Granite	Soudano-sahélien
	64	SE1G	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		19/12/2008	55.04	279.04	Granite	Soudano-sahélien
		SE1P	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		19/12/2008	55.04	279.04	Granite	Soudano-sahélien
	65	SE3	Centre-Est	Tenkodogo	Cella		27/10/2008	49.08	285.7	Granite	Soudano-sahélien
	66	SE3	Centre-Est	Bittou	Bittou		29/10/2008	43.02	217.2	Granite	Soudanien
	67	SE2	Centre-Est	Bittou	Bittou		28/10/2008	43.11	216.9	Granite	Soudanien
	68	SE3	Plateau Central	Mogtedo	Mogtédo		24/10/2008	55.29	288.11	Granite	Soudano-sahélien
	69	SE5B	Plateau Central	Mogtedo	Mogtédo		24/10/2008	49.19	290.4	Granite	Soudano-sahélien
	70	SE1P	Est	Kantchari	Kantchari		31/10/2008	49.21	389.33	Granite	Soudano-sahélien
	71	SE3B	Est	Kantchari	Kantchari		31/10/2008	49.14		Granite	Soudano-sahélien
	72	SE3	Centre-Est	Yonde	Bousgou		27/07/2009	49.24	305.39	Granite	Soudano-sahélien
	73	SE6	Centre-Est	Yonde	Bousgou		25/07/2009	49.24	310.04	Granite	Soudano-sahélien

N° piézo	Réf.	Région	Commune	Nom du site	Code IRH	DateCréation	Prof.	Alt.	Lithologie	Zone climatique
74	SE6	Sahel	Sebba	sebba		30/07/2009	55.29	276.4	Granite	Sahélien
75	SE2	Sahel	Sebba	sebba		29/07/2009	79.64	275.7	granodiorite	Sahélien
76	SE3	Centre Sud	Po	Pô		04/10/2280	43.15	321.67	Granite	Soudanien
77	SE3	Centre-Ouest	To	Tô		28/12/2008	49.14	349.69	Granite	Soudano-sahélien
78	SE5	Centre-Ouest	To	Tô		28/12/2008	85.78	346.62	Granite	Soudano-sahélien
79	SE1P	Centre-Ouest	Léo	Léo		18/08/2009	55.35	359.87	Granite	Soudanien
	SE1G	Centre-Ouest	Léo	Léo		18/08/2009	55.35	359.87	Granite	Soudanien
80	SE3B	Centre-Nord	Kongoussi	Kongoussi		22/10/2008	0	330.89		Soudano-sahélien
81	SE1P	Centre-Nord	Kongoussi	Kongoussi		23/10/2008	40	334.18	Schiste	Soudano-sahélien
82	SE6	Nord	Seguenega	Séguenega		04/08/2009	91.84	344.19	Schiste	Sahélien
83	SE2	Nord	Seguenega	Séguenega		08/08/2009	98.2	341.58	Schiste	Sahélien
84	SE11B	Sahel	Pobé-Mengao	PobéMengao		02/02/2009	55.35	258,1	Granite	Sahélien
85	SE15P	Sahel	Pobé-Mengao	PobéMengao		31/01/2009	61.45	258,8	Amphib	Sahélien
86	SE1G	Plateau Central	Boussé	Boussé		11/10/2008	52.28	367.89	Granite	Soudano-sahélien
	SE1P2	Plateau Central	Boussé	Boussé		11/10/2008	52.28	367.89	Granite	Soudano-sahélien
87	SE5G	Plateau Central	Boussé	Boussé		16/10/2008	61.55	366.34	Granite	Soudano-sahélien
	SE5P	Plateau Central	Boussé	Boussé		16/10/2008	61.55	366.34	Granite	Soudano-sahélien
88	SE6	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		03/11/2008	43	309.94	Amphib	Sahélien
89	SE2G	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		21/12/2008	61.5	308.73	Granite	Sahélien
	SE2P	Centre-Nord	Tougouri	Tafogo		21/12/2008	61.5	315.99	Granite	Sahélien
90	F2	Centre Sud	Manga	kazanga			44	272.8		Soudano-sahélien
91	F2	Centre-Nord	Kongoussi	Kondibito(darkoa)			14	317		Sahélien
92	F1	Centre-Nord	Kongoussi	Kondibito(darkoa)			18	319	Migmat	Sahélien
93	SE1	Plateau Central	Absouya	Barogo		05/12/2009	43.13		Schiste	Soudano-sahélien
94	SE6	Plateau Central	Absouya	Barogo		05/12/2009	43.1		Schiste	Soudano-sahélien

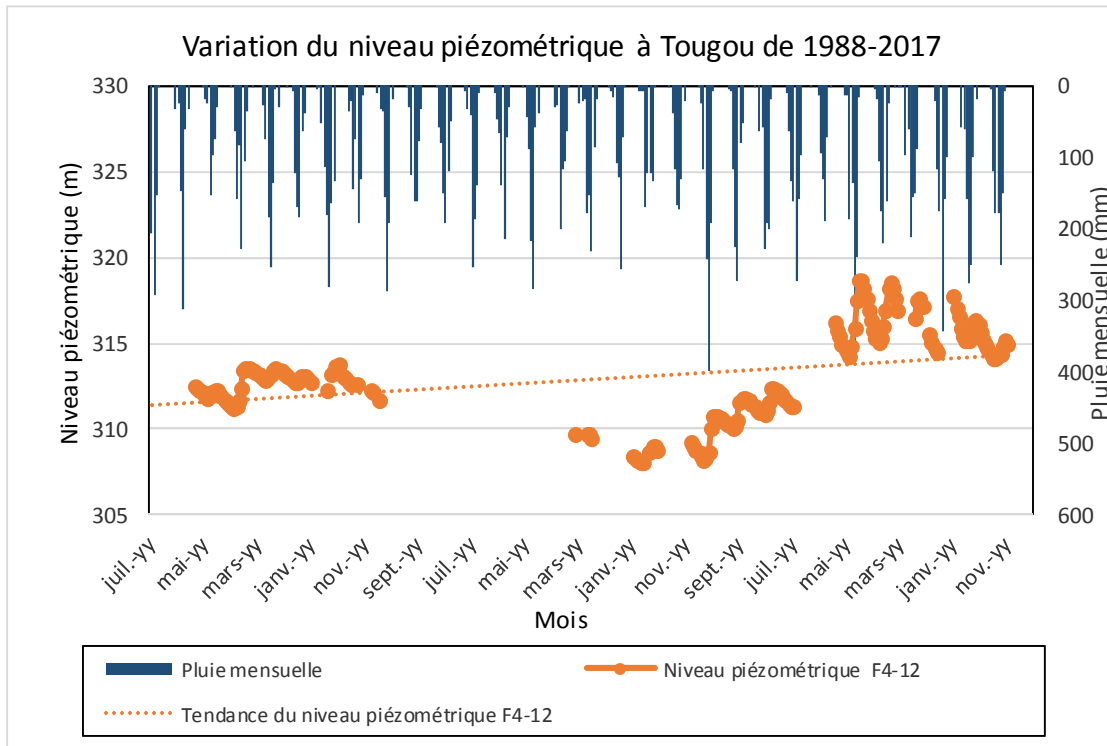
Annexe 2: Variation du niveau piézométrique à Séguénéga de 2009 à 2017



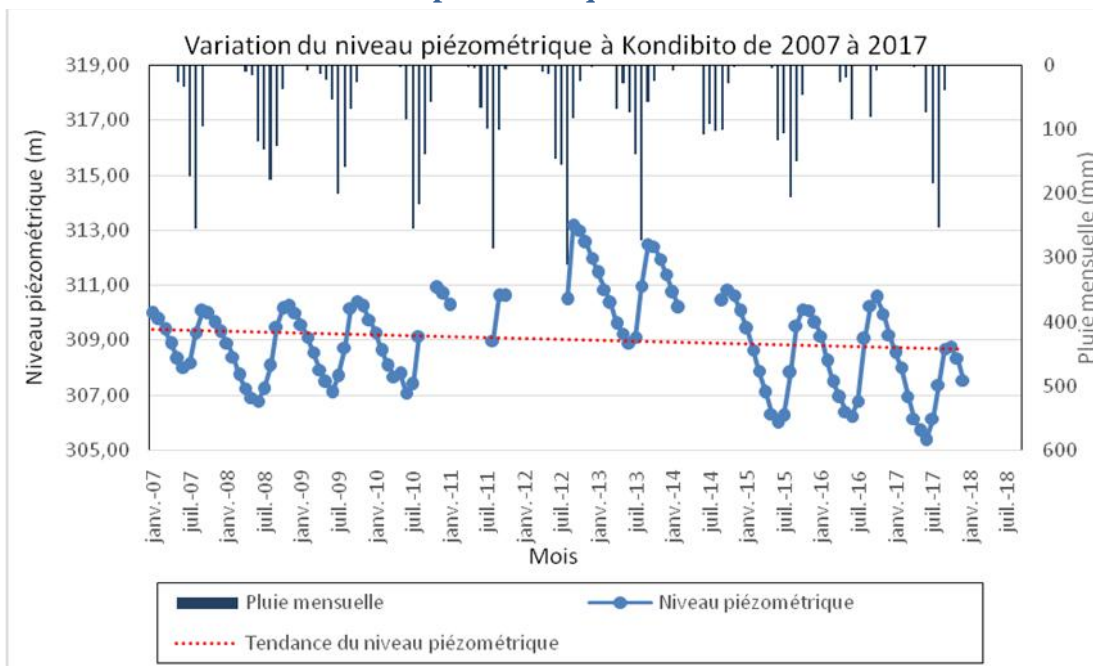
Annexe 3: Variation du niveau piézométrique à Sebba de 2009 à 2017



Annexe 4: Variation du niveau piézométrique à Tougou de 1988 - 2017



Annexe 5: Variation du niveau piézométrique à Kondibito de 2007 à 2017



Annexe 6: tableau d'analyse des éléments physico-chimique

Station de mesure	Bassins	types stations	T (°C)	pH	Conductivité (µc/cm)	Turbidité (NTU)	Oxygene dissous (mg/L)	NO3- (mg/L)	NO2- (mg/L)	Ortho-Phosphate (mg/L)	Sulfates (mg/L)	Fer (mg/L)	Calcium (mg/L)	Chlorure (mg/L)	Dureté TH mmol/L
Bassinko F2	Nakanbé	Piézomètre	30,7	5,73	174	1,97	6,38	1	0,004	1,47	0	0,15	18,08	6,3	0,752
Kondibito F4	Nakanbé	Piézomètre	27,5	7,08	213	25,6	7,11								
Silmissin F2	Nakanbé	Piézomètre	32,2	5,77	214	2,4	4,54	0,2	0,001	1,02	0	0,12	17,04	9,44	31,098
Tibou F1	Nakanbé	Piézomètre	30	6,82	335	0,84	2,5								
Ganzi/Ouda F1	Nakanbé	Piézomètre													
Bindé F4	Nakanbé	Piézomètre	30,7	5,35	121,3	56,8	6,38	13,2	0,004	1,04	18	0,23	11,36	6,603	0,538
Barogo F2	Nakanbé	Piézomètre													
Bagré barrage	Nakanbé	Barrage	32,2	7,12	58,7	317	7,43								
Kompienga barrage	Nakanbé	Barrage	31,6	6,3	59,1	276,1	6,6	0,9	0,004	0,46	4	0,54	8,6	6	
Lac Bam	Nakanbé	Lac													
Loumbila barrage	Nakanbé	Barrage	28,4	7,3	37,7	210	6,4	4,48	0,043	0,29	19	6,3	4,2	5,2	0,28
Ouaga Barrage N°2	Nakanbé	Barrage	29,3	5,73	250	97,93	7,11	0,9	0	0,28	8	0,63	24,16	27,122	0,756
Ouaga Barrage N°3	Nakanbé	Barrage	28,4	5,72	217	104,1	6,37	0,7	0,002	0,42	8	0,78	22,88	23,217	0,796
Wayen	Nakanbé	Cours d'eau													
Goinré barrage	Nakanbé	Barrage	27,5	7,05	53,7	310,4	4,54								
Bobo F4	Mouhoun	Piézomètre													
N'Dorola F3	Mouhoun	Piézomètre	28,5	6,6	423	0,62	0,3	0,8	0,005	1,49	1	1,99	30,4		1,838
Lérry barrage	Mouhoun	Barrage	27,3	7,1	97,2	155,3	10,04	19,5	0,057	4,36	21	2,94	11,68	4,5	0,408
Boromo	Mouhoun	Cours d'eau	30,02	7,01	48,4	248,09	5,09	26,2	0,68	0,67	26	3,54	4,8		0,194
Fada F3	Niger	Piézomètre													
Tin Arkachen F1	Niger	Piézomètre													
Arbinda F5	Niger	Piézomètre	30	6,7	170			0,9	0,14	0,25	5	0,12	97,7	3,5	0,2
Diapaga F1	Niger	Piézomètre													
Kouadifagou F1	Niger	Piézomètre													
Gandafabou	Niger	Piézomètre													
Katcharipiézo	Niger	Piézomètre	30,5	6,92	692	8	4,78								
Diapaga barrage	Niger	Barrage	29,4	7,5	38,7	215	8,4	4,52	0,04	0,32	17	6,5	4,5	5,4	0,31
Liptougou barrage	Niger	Barrage	30,5	7,8	98	287	8,9	4,5	0,051	0,3	20	6,8	3,56	5,8	0,37
Nafona F2	Comoé	Piézomètre													

Niangoloko F2	Comoé	Piézomètre													
Douna Barrage	Comoé	Barrage	26,2	6,6	27,2	62,47	6,6	8,4	0,028	0,28	11	1,68	2,8		0,104
LérabaYéndéré	Comoé	Cours d'eau	26,6	6,54	44,6	104,5	6,3	17,1	0,049	0,54	17	6,28	3,36	4,28	0,144

GLOSSAIRE

Alcalinité : Capacité de l'eau à neutraliser des acides. L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{2-}), d'ions hydroxydes (OH^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^{2-}), phosphates (PO_4^{3-}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles.

Aquifère : formation géologique ou roche, fissurée (fracturée) ou suffisamment poreuse pour stocker de l'eau, et perméable pour laisser l'eau circuler.

Assainissement : système visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité. Il désigne l'ensemble des moyens de collecte, de transport et de traitement d'épuration des eaux usées avant leur rejet dans les rivières ou dans le sol. Afin d'assainir des eaux usées, on peut combiner des traitements physico-chimiques et biologiques.

Barrage : ouvrage construit à travers un cours d'eau, destiné à stocker de l'eau ou à dériver le débit d'un cours d'eau.

Bassin hydrographique : zone qui reçoit des eaux superficiels ou souterraines qui déversent dans un collecteur principal (fleuve, rivière, lac mare...) et délimité par une ligne de partage des eaux.

Bassin versant : Surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cette surface convergent vers un même point de sortie appelé exutoire : cours d'eau, lac, mer, océan.

Besoin en eau : quantité d'eau théorique nécessaire pour un usage.

Bouli : Bassin de captage des eaux de ruissellement.

Coefficient d'écoulement : c'est le ratio entre la quantité d'eau écoulée et la quantité d'eau précipitée pendant une période donnée et un bassin donné. Cette notion n'implique pas que toute l'eau écoulée provienne des précipitations considérées. Une partie peut provenir de précipitations antérieures ou tombées hors du bassin (s'il existe des transferts, de surface ou souterrains), ni réciproquement que toutes les précipitations non évapotranspirées se soient écoulées (différences de stock et sorties souterraines).

Coefficient de ruissellement : c'est la part de l'eau qui a exclusivement circulé en surface lors d'une crue. Historiquement, il a été confondu avec le coefficient d'écoulement rapide et demeure parfois abusivement utilisé dans ce sens ; or le coefficient d'écoulement rapide représente le ratio entre le volume d'écoulement rapide, c'est à dire celui qui provoque le gonflement de l'hydrogramme – et qui incluse le plus souvent une part d'eau souterraine " poussée " par l'eau de la pluie considérée – et la pluie à l'origine de la crue. Le terme de coefficient de ruissellement fait référence à des processus de transfert, et celui de coefficient d'écoulement rapide à des volumes transférés. Le terme anglais " runoff " a une signification plus générale ; il recouvre les deux sens (quoiqu'on parle de plus en plus souvent de " surface runoff " pour le ruissellement).

Consommation en eau : quantité d'eau effectivement utilisée pour un usage donné. C'est donc une valeur constatée et mesurée.

Cours d'eau : chenal superficiel ou souterrain dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Généralement, ce terme s'applique aux chenaux naturels.

Demande consommatrice : demande des secteurs qui prélèvent l'eau et qui l'absorbent ou la transforment. C'est l'eau utilisée pour la boisson, l'irrigation, l'abreuvement du bétail, etc.

Demande en eau : besoin réel évalué, connu et exprimé par l'utilisateur. Il vise un objectif précis à atteindre et pour lequel l'eau à pourvoir (en quantité, en qualité) constitue une des contraintes.

Demande non consommatrice : demande des secteurs où l'eau utilisée peut encore être exploitée ensuite à d'autres fins.

Eau de surface : les eaux de surfaces sont constituées par les eaux de récupérations provenant de la pluie, mais également par tous les lacs et océans et rivières.

Eau souterraine : les eaux souterraines sont contenues dans les nappes phréatiques et les aquifères souterraines. Ces eaux sont le plus souvent stockées dans les pores des sédiments ou des roches.

Eutrophisation : apport en excès de substances nutritives (nitrates et phosphates) dans un milieu aquatique pouvant entraîner la prolifération des végétaux aquatiques.

Fleuve : cours d'eau important, long et au débit élevé, comptant de nombreux affluents et se jetant dans la mer (ou parfois dans une mer intérieure).

Hydraulicité : C'est le rapport du débit annuel au débit interannuel destiné à caractériser l'abondance de l'écoulement de l'année considérée.

Hydrogramme : Courbe représentant le débit en fonction du temps.

Hydrologie de surface : étude des eaux à la surface de la terre.

Hydrologie : l'Hydrologie est la science qui traite des eaux que l'on trouve à la surface de la Terre, ainsi qu'au-dessus et en-dessous, de leur formation, de leur circulation et de leur distribution dans le temps et dans l'espace, de leurs propriétés biologiques, physiques et chimiques et de leur interaction avec leur environnement, y compris avec les êtres vivants (Glossaire international d'Hydrologie en 2001).

Hydrométrie : méthodologie et technique de mesure des hauteurs d'eau et des débits dans les cours d'eau.

Jaugeage : Ensemble des opérations, des mesures et des calculs destinés à déterminer le débit d'un cours d'eau, d'un canal, d'une conduite, d'une source en un point donné. Sur un cours d'eau ce point est appelé Station de Jaugeage.

Lac de barrage (ou réservoir): aménagement à la surface du sol accumulant l'eau de ruissellement d'un cours d'eau à l'aide d'un barrage. Ces réservoirs ont divers usages, dont: assurer la disponibilité de l'eau potable, réguler le débit des cours d'eau aval, assurer l'irrigation, permettre l'installation d'une centrale hydroélectrique.

Lame d'eau écoulée (mm) : c'est le rapport entre le volume écoulé et la superficie du bassin.

$$\text{La lame d'eau } L_e (\text{mm}) = \frac{V(\text{m}^3)}{S(\text{m}^2) \times 1000}$$

Mare : étendue d'eau (pérenne ou non, naturelle ou non), de faibles importance et profondeur.

Métaux lourds : éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm³. Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure.

Méthémoglobinémie : La méthémoglobinémie est une diminution héréditaire ou acquise (par un toxique) de la capacité des globules rouges à transporter l'oxygène.

Minéralisation : processus de transformation de certains éléments (azote, soufre, etc.) en substances minérales dissoutes (nitrates, sulfates, etc.) au cours d'un traitement chimique en vue d'une analyse ou d'une épuration des eaux résiduaires.

Module inter annuel : débit moyen d'un cours d'eau calculé sur une longue période (idéalement sur toute la période d'observation).

Nappe phréatique : ce sont des nappes d'eau souterraines peu profondes. On distingue les nappes libres (non recouvertes, alimentées sur toute leur surface) des nappes captives (recouvertes, totalement ou partiellement, par une couche de terrain imperméable, nappes sous pression).

Paramètre : Grandeur ou substance mesurée.

Paramètre physico-chimique : est l'ensemble des paramètres physiques (température, turbidité, pH, conductivité, la dureté) et chimiques (les chlorures, nitrates, nitrites, les orthophosphates, les sulfates, le fer, les fluorures, le sodium, le potassium) présents dans l'eau.

Percolation : c'est le fait pour un fluide (eau) de traverser lentement un milieu (sédiment) dans lequel existent des vides, généralement de haut en bas.

Pluviométrie : elle est l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature (pluie, neige, grésil, brouillard) et distribution.

Polluants : les paramètres physiques, chimiques, ou organoleptiques qui au-delà d'un certain seuil dans l'eau, et parfois dans certaines conditions, développent des impacts négatifs sur son usage.

Pollution de l'eau : Une pollution aquatique, ou la pollution de l'eau, se constate lors de la présence, dans l'eau, de matières nuisibles ou repoussantes provenant des égouts, des rejets industriels ou du ruissellement des eaux de pluie en concentrations suffisantes pour rendre cette eau inutilisable.

Précipitation inter annuelle : moyenne des précipitations annuelles calculée pour un certain nombre d'années.

Qualité de l'eau : aptitude de l'eau, déterminé par ses caractéristiques physiques, chimiques, biotiques ou organoleptiques, à servir à un usage défini ou à permettre le fonctionnement d'un milieu aquatique donné.

Réseau de base ou primaire: permettant de suivre les ressources en eau de surface du pays de façon générale (stations avec des longues séries d'observations, représentant les bassins et les zones climatiques du pays), de nature patrimoniale.

Réseau étendu (secondaire et tertiaire) composé de différents réseaux de stations établis pour des objectifs spécifiques liés à des usages (surveillance de l'exploitation, études, etc.).

Réseau hydrographique : Ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires qui participent à l'écoulement.

Ressources en eau : la quantité d'eau dont dispose, ou peut disposer, un utilisateur ou un ensemble d'utilisateurs pour couvrir ses besoins.

Retenue d'eau : bassin naturel ou artificiel dans lequel une grande quantité d'eau est accumulée. Dans le cas d'un barrage, c'est l'ouvrage (barrage) qui crée la retenue d'eau. Et, contrairement à un usage courant au Burkina Faso, la retenue d'eau n'est pas un petit barrage.

Rivière : en hydrologie, ce terme désigne un cours d'eau moyennement important, à l'écoulement continu ou intermittent, suivant un tracé défini et se jetant dans un autre cours

d'eau, un lac, une mer, une dépression ou un marais. En géographie physique, ce terme désigne un cours d'eau faiblement ou moyennement important, recevant de l'eau d'autres cours d'eau tributaires (les affluents), et se jetant dans un cours d'eau de plus grande importance.

Seuil : petit ouvrage déversant utilisé généralement pour élever le niveau d'une rivière généralement destiné à l'agriculture.

Station de mesure : Lieu physique sur lequel on effectue un ou plusieurs échantillonnage(s). Ce lieu peut être, selon la thématique : un tronçon de rivière, une source, un forage, un puits, un lieu géo-référencé au sein d'un plan d'eau, etc.

Station hydrométrique : Section d'un cours d'eau où sont mesurées : La cote de la surface d'eau libre (limnimétrie) h (en mètre) et le débit du cours d'eau (débitmètre) : Q (l/s ou m^3/s).

Station synoptique : stations collectant des observations météorologiques de surface de façon régulière, à toutes les 6 heures ou sur une base plus fréquente.

Document rédigé sous la supervision de :

- Serge Modeste D. TRAORE, Directeur Général des Ressources en Eau ;
- Lokou Pascal NAKOHOUN, Directeur des Etudes et de l'Information sur l'Eau.

L'équipe de rédaction est composée de :

- Emmanuel SANHOUIDI, Agent Technique de l'hydraulique ;
- Gérard ZONGO, Géographe-Géomaticien ;
- Jamal NEBIE, Technicien Supérieur de l'HER ;
- Japhet OUEDRAOGO, Ingénieur du Génie Rural ;
- ZAN Maurice, Technicien Supérieur Hydrologue ;
- Justine YOFE/TIROGO, PhD Hydrogéologie ;
- Mahamadi OUEDRAOGO, Chimiste ;
- Mme OUEDRAOGO/KONATE Harara, Technicien Supérieur Hydrologue ;
- Pakindsama Saïdou KOALGA, Adjoint technique de la statistique ;
- ROUAMBA Mahamoudou, Agent Technique de l'hydraulique ;
- Tanga KABORE, Agent Technique de l'hydraulique.

Elle a été appuyée par :

- Jean Pierre MIHIN, Ingénieur Hydrologue ;
- Moustapha OUEDRAOGO, Technicien Supérieur de l'HER.